

Tópicos de la teoría evolucionista neoschumpeteriana de la innovación y el cambio tecnológico (vol. 2)

Florencia Barletta, Verónica Robert y Gabriel Yoguel
(compiladores)

Colección Ciencia, innovación y desarrollo

EDICIONES **UNGS**



Universidad
Nacional de
General
Sarmiento

**Tópicos de la teoría evolucionista neoschumpeteriana
de la innovación y el cambio tecnológico (vol. 2)**

Florencia Barletta, Verónica Robert y Gabriel Yoguel
(compiladores)

**Tópicos de la teoría evolucionista
neoschumpeteriana de la innovación
y el cambio tecnológico (vol. 2)**

EDICIONES **UNGS**



Universidad
Nacional de
General
Sarmiento

Tópicos de la teoría evolucionista neoschumpeteriana de la innovación y el cambio tecnológico : vol. 2 / Florencia Barletta... [et al.]; compilado por Florencia Barletta ; Robert Verónica ; Gabriel Yoguel.- 1a ed.- Los Polvorines : Universidad Nacional de General Sarmiento, 2019.
480 p. ; 21 x 15 cm. - (Ciencia, innovación y desarrollo ; 13)

ISBN 978-987-630-425-2

1. Desarrollo Económico. 2. Nuevas Tecnologías. 3. Economía. I. Barletta, Florencia, comp. II. Verónica, Robert, comp. III. Yoguel, Gabriel, comp.
CDD 330.1

EDICIONES **UNGS**

© Universidad Nacional de General Sarmiento, 2019
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

Diseño gráfico de colección: Franco Perticaro - Ediciones UNGS
Diagramación: Eleonora Silva
Corrección: Gabriela Ventureira

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



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



Libro
Universitario
Argentino

Índice

Introducción	9
<i>Florencia Barletta, Verónica Robert y Gabriel Yoguel</i>	
Capítulo 12. El enfoque de los sistemas de innovación	13
<i>Diana Suárez</i>	
Capítulo 13. Canales, beneficios y riesgos de las interacciones público-privadas en la transferencia de conocimiento: marco conceptual inspirado en América Latina.....	53
<i>Valeria Arza</i>	
Capítulo 14. El desarrollo reciente de una geografía económica evolucionista: características de su emergencia y breve aplicación al análisis de la geografía económica de América Latina.....	83
<i>José A. Borello</i>	
Capítulo 15. Paradigmas y trayectorias tecnológicas, estrategias corporativas y posibilidades de entrada para países en desarrollo: reflexiones a partir del caso de las biotecnologías.....	117
<i>Pablo Lavarello y Graciela Gutman</i>	
Capítulo 16. Patrones de innovación	149
<i>Darío Milesi y Natalia Petelski</i>	
Capítulo 17. Los modelos “history friendly” y los modelos basados en agentes para la explicación de trayectorias sectoriales.....	161
<i>Minho Yoon y Keun Lee</i>	
Capítulo 18. De las necesidades a los mundos imaginarios: cambio estructural, calidad y desarrollo económico. Un modelo evolucionista del desarrollo económico	195
<i>Pier Paolo Saviotti y Andreas Pyka</i>	
Capítulo 19. Los procesos de creación y difusión de conocimiento desde la perspectiva de redes sociales	229
<i>Lilia Stubrin</i>	

Capítulo 20. Interacciones sociales. Una aproximación formal a las dinámicas evolutivas de aprendizaje basadas en <i>feedbacks</i>	263
<i>Verónica Robert</i>	
Capítulo 21. Complejidad sociotécnica, innovación y desarrollo. Convergencias entre los estudios sociales de la tecnología y la economía evolucionista neoschumpeteriana orientada a sistemas complejos	291
<i>Leandro Lepratte</i>	
Capítulo 22. Emergencia y desarrollo de capacidades de innovación en países de menor desarrollo relativo.....	335
<i>Andrew Cummings</i>	
Capítulo 23. Trayectorias históricas de desarrollo, atraso socioeconómico y sistemas complejos.....	365
<i>Miguel Ángel Rivera Ríos</i>	
Capítulo 24. Conocimiento y valorización en el nuevo capitalismo.....	417
<i>Sebastián Sztulwark y Pablo Míguez</i>	
Capítulo 25. Tecnología, heterogeneidad y crecimiento: una caja de herramientas estructuralista.....	439
<i>Mario Cimoli y Gabriel Porcile</i>	

Introducción

Florencia Barletta, Verónica Robert y Gabriel Yoguel*

El libro forma parte de una obra en dos volúmenes que busca abordar los temas centrales a los que se ha dedicado el evolucionismo neoschumpeteriano en las últimas décadas. En el primer volumen se discutieron, en primer lugar, las bases epistemológicas y ontológicas de la teoría. En esta dirección, dos discusiones han ocupado un rol clave; por un lado, el debate sobre la relevancia de la metáfora biológica y, por el otro, los aportes del pensamiento schumpeteriano a la teoría evolucionista actual, su alcance y sus limitaciones.

En segundo lugar, se abordó el desarrollo de los conceptos fundamentales, entre los que se consideraron el proceso de competencia, el desequilibrio y la emergencia de innovaciones. La literatura evolucionista neoschumpeteriana ha planteado que la competencia no debe conceptualizarse como un equilibrio, sino como un proceso dinámico que implica transformación y desarrollo. Asimismo, ante la falta de una explicación de la emergencia de novedad, diferentes autores buscaron dar cuenta del carácter endógeno de la innovación.

Finalmente, en tercer término, se abordó la problemática referida a la construcción de capacidades y a la apropiación de rentas económicas derivadas de la innovación. Sobre la línea argumentativa desarrollada por Nelson y Winter (1982), la literatura se orientó al estudio del desarrollo de capacidades considerando las formas de aprendizaje y de organización del trabajo, la naturaleza y tipo de conocimiento (tácito o codificado) y el rol de este último en la construcción de ventajas competitivas.

El segundo volumen se divide en tres secciones. La primera (capítulos 12 a 16) avanza sobre las especificidades sectoriales y territoriales de la innovación, incluyendo capítulos dedicados a los paradigmas tecnológicos

* IDEI, Universidad Nacional de General Sarmiento

y a los sistemas de innovación. La literatura de sistemas nacionales de innovación discute las diferencias en la dinámica competitiva entre países considerando las especificidades nacionales del aprendizaje tecnológico que surgen de contextos institucionales diversos definidos nacionalmente. En esta línea, Suárez, en el capítulo 12, explora los diversos enfoques que abordan la dimensión sistémica de la innovación sobre la base del concepto de sistema nacional de innovación, su alcance y aplicación en países con diferentes niveles de desarrollo. De acuerdo con Suárez, este enfoque constituye una respuesta crítica a la automaticidad de la ortodoxia económica, que concibe la dinámica de producción capitalista como el resultado de la sumatoria lineal de decisiones individuales.

Por otra parte, la visión sistémica de la innovación enfatiza las interacciones entre firmas y entre firmas y otras instituciones y su impacto sobre el desarrollo de competencias y aprendizaje. En este libro se aborda esta problemática a partir del capítulo 13 donde Arza discute la relación universidad-empresa a partir de la evaluación de los beneficios y riesgos involucrados en las interacciones entre los organismos públicos de investigación y la industria. El capítulo sugiere que existen distintos canales de interacción en función de las habilidades de los actores y que tienen diferentes impactos sobre el aprendizaje.

Otra dimensión asociada a la visión sistémica es la cuestión de la territorialidad de la innovación, abordada por Borello en el capítulo 14. El autor discute los avances en ese campo en las últimas décadas en el marco de la geografía económica y traza sus relaciones y posibles contribuciones a la economía evolucionista. Finalmente, hace un balance de las potencialidades de este campo de análisis para el avance del conocimiento de la geografía económica en América Latina.

La dimensión sectorial de los procesos de innovación es abordada por Lavarello y Gutman en el capítulo 15 a partir del estudio de la moderna biotecnología. Los autores plantean la hipótesis de que es posible que en períodos de emergencia de nuevos paradigmas coexistan distintas trayectorias tecnológicas sectoriales, que pueden o no converger en un patrón común de cambio tecnológico. No solo las condiciones tecnológicas externas determinan la posibilidad de entrada de las firmas a estos nuevos sectores, sino que existen aspectos organizacionales que son centrales. La teoría evolucionista de la firma brinda importantes elementos conceptuales para analizar estas dinámicas desde una perspectiva microeconómica que dé cuenta de los cambios en los portafolios de capacidades tecnológicas de las firmas y de su coherencia. Por otra parte, en

el capítulo 16, Milesi y Petelski hacen un recorrido por la literatura que estudia patrones de innovación a partir de la identificación de regularidades en los procesos de innovación. Estas regularidades pueden darse en diferentes niveles: geográfico (sistemas territoriales de innovación), temporal (ciclo de vida), sectorial (regímenes, taxonomías, patrones) y empresarial (estrategias de innovación a nivel de firma).

La segunda sección (capítulos 17 a 20) está dedicada a las estrategias de modelización. En el capítulo 17, Yoon y Lee discuten las virtudes y limitaciones de los modelos basados en la historia (*history friendly models*) y los modelos basados en agentes (*agent-based models*) para explicar la dinámica innovadora de las firmas. Los autores concluyen que los modelos basados en la historia serán la herramienta formal más significativa para el desarrollo de modelos en la economía evolucionista dado que incorporan la importancia de la trayectoria y el sendero evolutivo de las firmas en su dinámica innovadora. En el capítulo 18, a partir de modelos de simulación agregados que utilizan juegos evolutivos, Saviotti y Pyka introducen el rol de la demanda y su interacción con los procesos de selección en la aparición de nuevos sectores. Por su parte, en el capítulo 19 Stubrin analiza las contribuciones del enfoque de redes sociales a la literatura evolucionista neoschumpeteriana. En el reconocimiento del rol clave de las interacciones entre las organizaciones del sistema económico se distancia de la visión neoclásica, según la cual las interacciones se producen entre agentes anónimos, hay una gran cantidad de agentes, y el único dato importante que coordina las transacciones y que constituye un vehículo de circulación de información es el sistema de precios. En este marco, es especialmente relevante desde la visión evolutiva neoschumpeteriana entender cómo surgen y qué características tienen las redes relacionadas, principalmente, con la dinámica de creación y difusión de conocimiento. Por último, en el capítulo 20, Robert propone una aproximación a la complejidad de los procesos de competencia a partir del estudio de los modelos de *social interactions*. En esta dirección, muestra que las interacciones descentralizadas entre agentes heterogéneos colocalizados pueden dar lugar a la existencia de dinámicas retroalimentadas y a la presencia de multiplicadores sociales, donde la respuesta individual se ve amplificada a nivel de grupo.

Finalmente, la tercera sección (capítulos 21 a 25) contiene contribuciones de otras corrientes heterodoxas que dialogan con la visión evolucionista neoschumpeteriana. Lepratte presenta, en el capítulo 21, un esquema conceptual que integra los aportes de los estudios sociales de

la tecnología y de la economía evolucionista de sistemas complejos para abordar problemas relacionados con procesos de innovación y cambio tecnológico desde una perspectiva latinoamericana. En el capítulo 22 Cummings muestra las posibles interacciones con la literatura del *management* al estudiar el desarrollo de capacidades en países de menor desarrollo relativo. En el capítulo 23 Rivera Ríos integra la visión del desarrollo de los llamados países tardíos con el enfoque de sistemas complejos. Esto lo lleva a rediscutir el propio concepto de desarrollo socioeconómico y a diferenciar países tardíos de distinto tipo. En el capítulo 24 Sztulwark y Míguez proponen problematizar el papel del conocimiento en el proceso de valorización del capital como consecuencia de los cambios producidos en los últimos treinta años en la naturaleza de los medios de producción, las formas de organización del trabajo, las formas de realización del valor y los patrones de consumo. Finalmente Cimoli y Porcile, en el capítulo 26, exploran las relaciones entre el evolucionismo y el estructuralismo latinoamericano. Los autores contribuyen al pensamiento estructuralista, destacando sus altos niveles de articulación interna, su originalidad y sus vínculos con las teorías keynesiana, poskeynesiana y evolucionista.

Capítulo 12

El enfoque de los sistemas de innovación*

Diana Suárez

Introducción

Desde la publicación de *National System of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning* (Lundvall, 1992a), el concepto de sistema nacional de innovación ha ganado una amplia aceptación, tanto en el ámbito académico como en relación con el diseño e implementación de las políticas públicas. Este enfoque encuentra sus orígenes en el concepto de sistema de producción de List (1841) e incluso puede ser identificado dos siglos antes en las ideas mercantilistas de Antonio Serra (Reinert y Reinert, 2003). Durante el siglo XX, la dimensión nacional y sistémica de la innovación es retomada por Freeman (1982) y difundida a escala internacional a partir de los aportes de Lundvall (1992a), Nelson (1993), Freeman (1987) y Edquist (1997), de los cuales nace el enfoque de los sistemas de innovación.

En términos teóricos, el concepto de sistema de innovación se fundamenta en dos elementos: la existencia de organizaciones que interactúan (sistema) y la generación de mejoras tecnológicas y organizacionales (innovaciones) a partir del desarrollo de capacidades. Un tercer elemento es usualmente añadido cuando el concepto es llevado a la práctica: el enraizamiento geográfico (nacional, regional o local) o sectorial del sistema. El componente sistémico del enfoque surge como una respuesta

* Este capítulo está basado en diferentes secciones de la tesis de doctorado de la autora: *Innovative Strategies in Unstable Environments: The Case of Argentinean Firms*, Aalborg University, 2013.

crítica a la automaticidad de la teoría económica ortodoxa, que concibe la dinámica de producción capitalista como el resultado de la sumatoria lineal y simultánea de decisiones individuales, en un mundo en el que los agentes tienen racionalidad e información perfectas. Por su parte, el hecho de que se analice un sistema donde el fin es la innovación hace referencia al cambio tecnológico como determinante del crecimiento y del desarrollo. La dimensión geográfica o sectorial da cuenta de la importancia del espacio, del tiempo y del lugar en la creación de competencias, incluidas las instituciones formales e informales que regulan la interacción entre los actores.

En ese marco, el objetivo de este capítulo es analizar el enfoque de los sistemas de innovación en la visión de los autores que le dieron origen. Se presenta un conjunto de elementos fundacionales que contribuyeron a la consolidación del enfoque y los consensos y disensos respecto de su capacidad para explicar el cambio tecnológico desde una perspectiva sistémica. No se trata, sin embargo, de brindar una revisión acabada de todas las contribuciones que han enriquecido el enfoque sino de presentar un conjunto de elementos que dan cuenta de su utilidad como herramienta metodológica, así como también sus limitaciones. Se presta una especial atención al caso latinoamericano, en el que este enfoque se ha convertido en la justificación de las principales políticas de promoción de la ciencia, la tecnología y la innovación.

La estructura del capítulo es la siguiente. Luego de esta introducción, la primera sección analiza los orígenes teóricos del enfoque de los sistemas de innovación a fin de presentar sus conceptos y premisas básicas. En la segunda sección se describe el enfoque propiamente dicho y se realiza una lectura crítica de los desarrollos teóricos posteriores. A continuación, se discuten las contribuciones del enfoque a la cuestión del desarrollo. Finalmente se presentan las conclusiones.

Antecedentes teóricos: la economía de la innovación

El enfoque de los sistemas de innovación (SI) se inscribe en el marco general de la teoría evolucionista neoschumpeteriana, cuyo objeto de estudio es el fenómeno de la innovación y el cambio tecnológico para entender los determinantes del proceso innovativo y su impacto en el crecimiento y desarrollo económico. El enfoque de SI también tiene similitudes teóricas con otras ramas de la economía, como la organización industrial,

el desarrollismo y estructuralismo y las nuevas teorías del comercio internacional (ver Erbes y Suárez, 2016, para una discusión al respecto). Aunque se trata de un enfoque esencialmente economicista heterodoxo, el aporte de otras ciencias sociales y de la administración, y el reconocimiento explícito de complementariedad con abordajes históricos, culturales, políticos y antropológicos, entre otros, la convierten en una de las explicaciones más amplias en lo que respecta al análisis del fenómeno del desarrollo y al desempeño diferencial de las economías del mundo. Desde luego, esto también hace que se trate de un enfoque más difuso y difícil de sintetizar de manera acabada.

Dentro de este marco general, el enfoque de los SI se nutre de los aportes neoschumpeterianos y evolucionistas desarrollados en las últimas décadas. La raíz schumpeteriana del enfoque de SI se evidencia en el reconocimiento de que el eje de la dinámica capitalista es el cambio tecnológico y la búsqueda de cuasi-rentas por parte de los emprendedores, ya sea individuales (Schumpeter, 1912) o colectivos (Schumpeter, 1942), a partir del proceso de competencia y destrucción creativa.

Asimismo, dentro del enfoque de los SI el concepto de innovación remitirá a los postulados iniciales de Schumpeter (1912 y 1942), enriquecido por los desarrollos posteriores de Schmookler (1979) y Freeman y Soete (1997), que moldearon el concepto de innovación tal y como se lo aplica en la actualidad. De esta manera, el enfoque de los SI retomará la dinámica de interacción micro-meso-macro Schumpeteriana y la crítica de Schmookler y Freeman respecto del rol de la oferta de conocimiento para dar cuenta de la naturaleza sistémica de la innovación, donde la infraestructura de conocimiento tendrá un rol clave tanto en el desarrollo de nuevos productos y procesos como así también en la formación de empresarios (y empleados) schumpeterianos.¹

El componente evolucionista del enfoque de los SI se halla en la idea de que el fenómeno innovativo constituye un proceso sistémico en el que las organizaciones interactúan y coevolucionan. Es decir, se acepta que las conductas solo pueden ser analizadas en relación con el lugar de las

¹ En un plano más meso, pero también sobre la base de los aportes schumpeterianos, Breschi *et al.* (1997) y Malerba (2004) retomarán el enfoque de los paradigmas tecnológicos de Dosi (1982) y los desarrollos sectoriales de Lall (1984) y Pavitt (1984) para avanzar en el concepto de sistemas sectoriales de innovación, aceptando que la dinámica del cambio tecnológico solo puede ser aprehendida sobre la base de la identificación de especificidades sectoriales dadas por condiciones específicas de apropiabilidad, acumulatividad, conocimiento de base y oportunidad, desde luego, en el nivel sectorial.

organizaciones dentro de una población más general y no como meras decisiones individuales. Desde este enfoque se asume que la innovación surge dentro de un sistema, lo que implica que existen organizaciones que interactúan en el espacio y tiempo, en el marco de procesos de coevolución y trayectorias *path-dependence* (Yoguel y Robert, 2010).

Sobre la base de estas dos escuelas de pensamiento se asientan los orígenes teóricos del concepto de sistema de innovación, plasmado hace más de dos décadas en los desarrollos de Lundvall, Nelson, Freeman y Edquist, pero que actualmente remite a una vasta cantidad de académicos preocupados por la cuestión del desarrollo.

El enfoque de los sistemas de innovación

Los padres fundadores: definiciones básicas

El enfoque de los SI se difundió a gran escala a partir del libro editado por Lundvall (1992a), que a su vez fue el resultado del trabajo del grupo Innovation, Knowledge and Economic Dynamics (IKE), de la Universidad de Aalborg, Dinamarca. Como el propio Lundvall señala, el enfoque de los SI encuentra su raíz conceptual en el concepto de sistema de producción de List (1841) y su primera aparición en un informe a la OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development), no publicado, redactado por Freeman en 1982. Además de Freeman (1982), otros dos autores, con una extensa contribución al enfoque de SI, vinculados también con su génesis y que participaron directamente en las actividades del grupo IKE, moldean el enfoque: Charles Edquist y Richard Nelson. A pesar de su trabajo conjunto y de las múltiples copublicaciones, cada uno de ellos presenta un enfoque particular sobre los SI. Esta sección discute sus contribuciones y revisa los consensos que permiten su complementación y los disensos que hacen del enfoque un cuerpo teórico con bordes difusos y definiciones poco claras.

En su primera edición de 1992, Ludvall se refiere al sistema nacional de innovación como un sistema social constituido por elementos y relaciones que interactúan para producir, difundir y usar conocimientos nuevos, económicamente útiles situados dentro de las fronteras de un Estado-nación o bien arraigados en ese territorio (Lundvall, 1992a). En este sentido, Ludvall retoma las ideas schumpeterianas del cambio tecnológico como motor endógeno del cambio del sistema capitalista, pero

explicado –en el sentido evolucionista– por la acumulación de conocimiento que se produce dentro de un sistema.

Más recientemente, en el libro *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries*, Lundvall *et al.* (2009a) refuerzan la naturaleza compleja y evolutiva, definiendo el sistema nacional de innovación como un sistema abierto, evolutivo y complejo, que acompaña las relaciones en y entre organizaciones, instituciones y estructuras socioeconómicas, que determinan el ritmo y dirección de la innovación y la creación de competencias que emanan de los procesos de aprendizaje basados tanto en la ciencia como en la experiencia (Lundvall *et al.*, 2009a). Tal como se desprende de la definición, la preocupación de Lundvall está más en los procesos de creación de competencias que en la introducción exitosa de nuevos productos y procesos. En este sentido, retoma el trabajo de Lall (1992, 2001), asumiendo que tan importante como el resultado (el nuevo producto, en la acepción micro de la innovación) es el proceso de creación de las innovaciones, porque es allí donde se generan y acumulan las capacidades que permiten el desarrollo de un país. Retoma asimismo las cuestiones asociadas a la resolución de problemas como mecanismo que dispara procesos de innovación y aprendizaje, señaladas por Nelson y Winter en 1982.

En esa dirección, y con énfasis en la creación de conocimiento, Lundvall combina la importancia asignada por Schmookler a la demanda y por los evolucionistas al conocimiento, y sostiene que las sociedades crecen porque acumulan capacidades y esa acumulación se produce durante todo el proceso que va desde la decisión de innovar hasta la erosión de ganancias por acción de la competencia, con particular énfasis en las relaciones que se producen en el mercado entre usuarios y productores (Lundvall, 1992b).

Finalmente, Lundvall considera que siempre existe un SI y que este no debería ser comparado, parametrizado o imitado sin un gran número de consideraciones. Como él mismo sostiene, el enfoque constituye una herramienta metodológica, una forma de abordar la realidad que permita explicar los determinantes de la innovación en cada lugar y momento determinado. No existen estadios, ni etapas, ni recetas y, desde luego, es falaz hablar de “crear” un sistema de innovación en tanto se trata de un concepto que surge *ex post* y que resulta una propiedad emergente del sistema nacional.

En 1995 Nelson y Dahlman definen el sistema nacional de innovación como “la red de agentes y el set de políticas e instituciones que afectan

la introducción de tecnología que es nueva para la economía” (Nelson y Dahlman, 1995). Al igual que Lundvall, los autores refuerzan el componente sistémico y la importancia de las vinculaciones y articulaciones. En este sentido, Nelson no solo retoma el concepto de “rutina”, sino que también enfatiza la lógica de resolución de problemas que dispara los procesos de búsqueda de soluciones en las firmas y la medida en que la innovación se realiza en el marco de un proceso evolutivo de competencia y selección. Así, asemejan su comprensión de la innovación a los desarrollos de Freeman (1974), aceptando la existencia de diferentes niveles de complejidad en los nuevos productos y procesos, y la naturaleza incremental de la innovación, pero enfatizando los requerimientos diferenciales de capacidades y conexiones de la empresa con su entorno.

Un componente adicional de Nelson (tanto en sus trabajos con Winter como en lo que le siguen con Dahlman) es la preocupación explícita por el rol de las políticas públicas que determinan el ritmo de creación y difusión de tecnología y el diferencial de desarrollo entre países. En este sentido, la preocupación de Nelson por el proceso de *catch up* y los determinantes del cierre de la brecha tecnológica se destaca por sobre el proceso innovativo en términos del objeto de estudio, y es en función de este objetivo que define los posteriores abordajes teóricos y prácticos de sistemas particulares.

El análisis de Freeman de los SI se difunde a partir de su libro sobre el sistema Japonés *Technology, Policy and Economic Performance: Lessons from Japan* en 1987, donde sostiene que el sistema nacional de innovación es “la red de instituciones en los sectores público y privado cuyas actividades e interacción inician, importan y difunden tecnologías” (Freeman, 1987). Unos años más adelante, en “El sistema nacional de innovación en perspectiva histórica” el autor retoma estas cuestiones, enfatizando los procesos históricos que lo determinan (Freeman, 1995). Esta obra es quizá la expresión más fiel del enfoque de Freeman y su reconocimiento de los procesos históricos, culturales, sociales, políticos y económicos como determinantes de la dinámica de un sistema particular y su posicionamiento relativo en el ranking del desarrollo. Asimismo, el autor sostiene que no se trata meramente de la relación de las empresas con su entorno sino de la existencia (o no) de una red de instituciones acordes a las necesidades tecnológicas, organizacionales y comerciales.

Así, Freeman destaca las fuerzas que, en un momento determinado de la historia de los países y dada su relación con el resto del mundo, actuaron sobre el sistema, dirigiendo, limitando o impulsando el pro-

greso técnico y, con él, su crecimiento y desarrollo. En este sentido, se observa una mirada más cercana al *path-dependence* evolucionista que la que plantea Lundvall y más amplia en términos de los determinantes institucionales que la que plantea Nelson.

Edquist es otro de los autores que han contribuido a los cimientos del enfoque. Mientras que el objetivo de Lundvall es desarrollar una herramienta de abordaje metodológico y el de Nelson es identificar los determinantes del desarrollo diferencial, el de Edquist se encuentra fuertemente asociado con la búsqueda de la robustez teórica del enfoque. Tal como él mismo explica, el enfoque de los SI no puede ser considerado una teoría, en tanto no da cuenta de leyes generales y universales (Edquist, 2004). Asimismo, considera que la falta de homogeneidad en los términos (señala incluso que Lundvall y Nelson se refieren a cuestiones distintas con los mismos conceptos), la falta de explicaciones causales y de un marco conceptual claro y preciso lo convierten en un enfoque difuso, en sus primeros estadios de desarrollo. Así, en su contribución al *Oxford Handbook of Innovation* (Fagerberg *et al.*, 2004), Edquist propone una serie de funciones estándar, aplicables a todos los sistemas y se esfuerza por dar una definición clara, precisa y abarcativa: “una definición del sistema (nacional) de innovación incluye todos los factores importantes económicos, sociales, políticos, organizacionales, institucionales y otros que influyen en el desarrollo, la difusión y el uso de las innovaciones” (Edquist, 2004). Y más adelante agrega: “incluso un objetivo mucho más modesto de especificar las principales funciones del SI, las actividades y componentes que lo conforman y algunas relaciones importantes entre ellos, representaría un considerable avance de los estudios en el campo de la innovación”. De esta manera, aunque el foco de atención está puesto en las organizaciones y sus relaciones, en la búsqueda de innovaciones y en la identificación de los determinantes del cambio tecnológico (sobre la base de un enfoque más micro), la definición funcional del SI coloca en el centro de la escena el deber ser del sistema, partiendo de un conjunto arbitrario de funciones que, bajo los supuestos del autor, constituyen los mecanismos a partir de los cuales una empresa logrará innovar. En este sentido, Lundvall (2009) sostiene que la cantidad alternativa de funciones identificadas por otros autores y la evidencia empírica existente hacen que el listado presentado por Edquist sea tan “acotado y arbitrario” como la crítica que él mismo realiza respecto de la falta de generalidad del enfoque. No obstante, unos años después, este enfoque “funcional” de Edquist será retomado por estudios sectoriales de los SI, en particular,

para el abordaje de los sistemas tecnológicos (ver, por ejemplo, Bergek *et al.*, 2008).

Ahora bien, a pesar de las diferencias planteadas, en el trabajo de estos autores existe un espacio de confluencia relacionado con la naturaleza sistémica y compleja de la dinámica innovativa. Los autores concuerdan en que la innovación surge como resultado de la creación de competencias dentro de las organizaciones, que presentan características evolutivas que se van moldeando a través de senderos de aprendizaje de tipo *path-dependence*, en un entorno complejo. De esta forma, en cada momento del tiempo, existen fuerzas que impulsan el proceso innovativo (o lo obstruyen), resultado de procesos institucionales históricos dados no solo por la trayectoria económica sino además por las condiciones sociales, políticas y culturales del entorno.

Otro aspecto de convergencia es la identificación del plano nacional como determinante último del nivel de desarrollo, que define a los demás planos de análisis como abordajes complementarios cuyo agregado determina el nivel nacional. Este posicionamiento se relaciona con el surgimiento de los conceptos de sistemas locales y sectoriales de innovación, que surgieron de manera simultánea a la publicación de las obras pioneras, incluso como contribuciones a estos mismos libros (por ejemplo, Dalum, 1992; Breschi y Malerba, 1997; Malerba, 2004). Tal como sostiene Edquist (2004), los abordajes nacionales, sectoriales y regionales resultan complementarios del enfoque de los SI y la elección de uno y otro dependerá del analista y de las preguntas que se pretendan responder. Lundvall, por su parte, y fiel al objetivo metodológico inicial, sostiene que independientemente del nivel de análisis elegido, el concepto de SI tiene que ver con el reconocimiento del enraizamiento territorial y tácito del conocimiento, el que circula y se genera entre entidades geográficas. (Lundvall *et al.*, 2009a y 2009b).

La familia ampliada: dimensiones de análisis

Los cuatro abordajes antes presentados acordarían en que el SI es el conjunto de organizaciones e instituciones y sus interrelaciones, que dan cuenta de la dinámica innovadora de un entorno determinado, en un momento dado. La innovación, en consecuencia, es el resultado de procesos de aprendizaje que permiten la acumulación de competencias y, con ellas, el crecimiento y desarrollo de la sociedad.

Dada esta definición, la aplicación del enfoque exige el estudio simultáneo de los componentes del sistema y de su historia coevolutiva. En este sentido, cuatro conceptos clave permiten encuadrar los componentes del sistema: las organizaciones (instituciones y empresas), el entorno, las interacciones y los procesos de aprendizaje. En términos de la perspectiva histórica, se encuentra, por un lado, el contexto internacional, donde se identifican las principales tendencias de la dinámica capitalista. Por otro lado, existe una historia a nivel nacional, dada por el modelo de crecimiento, las reglas del juego y la dinámica política, social y cultural. En cierta medida, este nivel está relacionado con el concepto de entorno, donde las empresas innovan e interactúan con otras organizaciones.

Existe una vasta literatura acerca de cada uno de los conceptos señalados, algunos de ellos directamente relacionados con los orígenes del enfoque. El número de contribuciones que han enriquecido el enfoque da cuenta de la amplitud y complejidad del abordaje, dentro del cual existen tantos conceptos clave como preguntas de investigación pueden formularse. En este sentido, vale la pena mencionar que las contribuciones que revisaremos a continuación son una selección de dimensiones relevantes, planteadas en el origen mismo del enfoque, para dar cuenta de los SI; no son un resumen completo de las contribuciones o una revisión de los debates que han tenido lugar en el marco de la literatura de los SI.

Organizaciones e instituciones

Un conjunto de aportes que hacen a la definición misma del concepto de sistema de innovación es el relacionado con el análisis de las organizaciones. A lo largo de este capítulo se ha hecho referencia explícita al concepto de organización evitando el uso del concepto de “agentes”. Esto responde a que en economía este concepto suele referir a la unidad mínima de decisión respecto de las actividades de producción, distribución y consumo, sobre la cual se erigen luego una serie de supuestos respecto de los determinantes y dirección de esas decisiones. A su vez, este concepto implica identidad entre agentes (el consumidor/empresa representativa).

En el marco del enfoque de los SI, el concepto de agente es utilizado normalmente para referirse a las organizaciones, en particular a las empresas, aunque con una acepción sensiblemente diferente a la tradicional. Lundvall, Nelson, Edquist y Freeman utilizan de manera indistinta los conceptos de agentes y organizaciones, también para referirse a la

unidad mínima de decisión (esencialmente las empresas y los consumidores) pero con supuestos menos restrictivos, negando incluso el hecho de que existan dos agentes iguales. Se acepta que los agentes son los individuos que se desempeñan dentro de un entorno determinado, con información imperfecta y racionalidad acotada, sobre los que operan los procesos de aprendizaje y creación de competencias, y que a su vez se ven determinados por procesos *path-dependence*. Se distingue luego este concepto del de “instituciones”, que usualmente se utiliza para referirse a todas las demás organizaciones.

El concepto de “institución” también ha sido ampliamente abordado por los estudios económicos y presenta múltiples acepciones. En el extremo de la acepción neoclásica, las instituciones son acuerdos entre los agentes que regulan su conducta (North, 1990), siendo el mercado la institución por excelencia (cuando no la única). Dentro del enfoque de los SI –y también en gran parte de los desarrollos heterodoxos–, el término encuentra acepciones similares, pero se reconoce la existencia de múltiples instituciones que inciden en la dinámica de las organizaciones.

En esta línea, un aporte clave es el realizado por Johnson (1992), incluido de hecho en Lundvall (1992a). Este autor asimila el concepto de rutinas de Nelson y Winter (1982) al de instituciones y plantea que son hábitos generalizados y compartidos por la sociedad en general, o por un grupo determinado en particular, que permiten disminuir la incertidumbre y minimizar los cálculos racionales que un individuo debería hacer al tomar decisiones. Sin embargo, la relación es bidireccional: surgen como rutinización de conductas individuales a la vez que moldean esas mismas conductas. Como todo producto de la interacción humana, las instituciones se ven atravesadas por cuestiones políticas, económicas y sociales e influyen en el sentido que tendrá la conducta del individuo. Así, aunque todas las instituciones suelen ser eficaces respecto de la reducción de la incertidumbre, no necesariamente son neutras (o “benignas”) en términos del sentido de las decisiones tomadas.

Definidas como rutinas colectivas, la relación entre instituciones y organizaciones surge de la formalización de las primeras. Cuando estas “regularidades en el comportamiento” se codifican, regulan y almacenan, es decir, se formalizan, se está entonces frente a una institución formal u organización.

Uno de los aportes centrales de Johnson al análisis de las instituciones en el marco del enfoque de los SI es la reivindicación de las instituciones (formales y no formalizadas) como propulsoras del cambio tecnológico,

en oposición a la hipótesis del “retraso institucional”. Desde esta última hipótesis, se sostiene que las instituciones van por detrás del cambio técnico y que incluso lo dificultan. En la medida en que son “formas de hacer las cosas”, las instituciones no son adversas al cambio y el desarrollo de nuevas tecnologías puede entrar en contradicción con los acuerdos existentes (Johnson, 1992). Johnson se opone a este enfoque y sostiene que la regularidad que proveen es justamente lo que viabiliza el cambio. Sin desconocer el impacto de la inercia institucional y el costo económico y social que produce la perpetuación de hábitos obsoletos, el autor sostiene que las instituciones constituyen el marco a partir del cual se identifican los problemas y se busca su solución ordenando y sistematizando la búsqueda de innovaciones dentro de una misma trayectoria tecnológica (innovaciones incrementales). Al mismo tiempo, en la medida en que brindan hábitos de pensamiento que reducen la cantidad de información necesaria, liberan recursos (la necesidad de razonar) que pueden ser asignados a la búsqueda de soluciones alternativas (creatividad), dando lugar a la innovación radical.

En el marco del enfoque de los SI no existe consenso sobre el impacto de las instituciones en la dinámica innovativa del sistema. De hecho, el propio Lundvall señalará los problemas institucionales como fallas sistémicas que explican los diferentes niveles de madurez de los sistemas nacionales de innovación en diferentes partes del mundo (Lundvall *et al.*, 2009a). En este caso, el impacto negativo de la inercia institucional o resistencia al cambio será tema de debate y discusión sobre la existencia de barreras endógenas al desarrollo, especialmente en el caso de los países de América Latina.²

Las empresas

Dada la centralidad de la innovación en el proceso de desarrollo tecnológico y dado que se acepta que esta se produce a través de la empresa, una parte no menor de las contribuciones al enfoque de los SI tiene que ver con la explicación del proceso innovativo dentro de las firmas. En este sentido, no es posible desconocer el impacto de la tradición schum-

² Los aportes de Rivera Ríos (2009) acerca del impacto de las instituciones y las contribuciones de Bisang (1993) en relación con los senderos divergentes entre las firmas y las instituciones de ciencia y tecnología son buenos ejemplos de la problemática existente al respecto en los países de América Latina.

peteriana y la larga trayectoria teórica y empírica que se observa al tratar de sintetizar este conjunto de contribuciones. De hecho, aportes de Freeman y Nelson en relación con la dinámica innovativa de las firmas fueron publicados varios años antes que los primeros libros sobre el enfoque de los sistemas de innovación (por ejemplo, Nelson y Winter, 1977, y Freeman, 1974).

En relación con el enfoque de los SI, vale destacar dos cuestiones: la concepción del proceso innovativo como un fenómeno iterativo y la importancia de las decisiones empresariales. En relación con la concepción de la innovación como un proceso sistémico, el enfoque de los SI reconoce la naturaleza iterativa de la innovación, retomando las ideas de Kline y Rosenberg (1989). En su crítica al modelo lineal de innovación,³ estos autores se oponen a la concepción secuencial y sostienen que se trata de un proceso iterativo entre el desarrollo del conocimiento, las necesidades del mercado y las posibilidades reales de producirlo y distribuirlo.

Dentro del enfoque de los SI, el proceso innovativo dependerá de la capacidad de la firma de generar nuevo conocimiento, el que, a su vez, y tal como se verá más adelante, resulta de la capacidad de absorber y recombinar conocimiento externo para luego complementarlo con conocimiento interno. Este proceso de síntesis incluye no solo la realización de I+D –elemento exclusivo en el proceso schumpeteriano de 1942– sino además todos los esfuerzos tendientes a la creación, selección, aplicación y profundización del conocimiento (adquisición de bienes de capital o licencias, desarrollo de actividades de ingeniería, capacitación, etcétera).

En relación con las decisiones empresariales, el enfoque de los SI complementará los desarrollos originales de Schumpeter a partir de una explicación de la falta de convergencia en el sistema capitalista. El empresario emprendedor schumpeteriano (que puede ser asimilado a los *animal spirits* keynesianos) es reconocido como un aspecto clave que moldea la dinámica innovativa en tanto desafía las reglas y dinamiza el sistema.

Además de los desarrollos de Nelson respecto de las rutinas, el enfoque de los SI aceptará la existencia de conductas diferenciadas entre los agentes, las que además tienden a permanecer en el tiempo. Se aceptará

³ El modelo lineal de innovación define el proceso innovativo como una sucesión de cuatro etapas secuenciales; las tres primeras son las diferentes actividades que componen lo que actualmente se denomina investigación y desarrollo (investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental) y la cuarta es la que da origen a la innovación e incluye todas las actividades que conducen a la introducción de nuevos productos en el mercado y/o a la implementación de nuevos procesos (Rossegger, 1987).

que el proceso innovativo es el resultado de decisiones explícitas de los empresarios, tendientes a alcanzar una mejora tecnológica u organizacional. La existencia de distintos tipos de innovaciones y distintas formas de alcanzarlas conduce a la existencia de distintas conductas empresarias asociadas a distintas trayectorias estratégicas (Lall, 2001; Fagerberg, 2003). Dado que el avance tecnológico dentro de la firma es un proceso con un efecto de tipo *path-dependence*, asociado a la capacidad de la empresa de seleccionar, desarrollar y adaptar tecnología, las decisiones tomadas por una empresa impactan en las posibles decisiones futuras y, a partir de ellas, en el sendero de cambio tecnológico. El resultado de esas decisiones, a su vez, determinará el proceso de acumulación de capacidades dentro de la firma y sus posibilidades de sostener la renta diferencial de la innovación (Nelson y Winter, 1982).

La consecuencia directa de la existencia de múltiples estrategias es lo que Lundvall denomina “variedad del sistema” (Lundvall, 1998) y explica el hecho de que no existan dos sistemas iguales ni en morfología ni en términos de dinámicas competitivas. Es posible encontrar, sin embargo, dos tipos ideales de innovación: el modo ciencia, tecnología e innovación (CTI) y el modo hacer, usar, interactuar (HUI) (Jensen *et al.*, 2007). El primero consiste en la creación de conocimiento a través de la I+D. En el segundo, más cercano a la búsqueda de soluciones y mejoras que plantean Nelson y Winter (1982), los procesos de aprendizaje y la incorporación de conocimiento se producen a partir de la dinámica productiva (interacción dentro de la firma) y de la interacción de la empresa con el entorno.

En la práctica, los autores sostienen que ambos modos de innovación están presentes y el resultado observable (el desempeño innovativo) surge de la forma particular en que estos son combinados, la que resulta de las decisiones empresariales pero también del conjunto de políticas públicas, la dinámica del sector de actividad, la presión competitiva y las características idiosincráticas de la firma determinan (Jensen *et al.*, 2007). Así, aunque es posible encontrar firmas más orientadas a uno u otro modo, nada indica, *a priori*, que pueda existir un resultado promedio, ni una estrategia promedio (representativa), que permita esperar que dos firmas innovativas se comporten igual o tengan igual resultado.

Dada la centralidad de la empresa dentro del enfoque de los SI, vale la pena reflexionar sobre las limitaciones que presenta este abordaje al aplicarlo a realidades específicas. En primer lugar, a pesar de la temprana identificación de Freeman (1974) respecto de empresas donde la innovación no era parte de la dinámica productiva, el énfasis del enfoque

en explicar el desarrollo tecnológico sesgado el análisis empírico hacia la explicación de la dinámica innovadora de las empresas como si la innovación fuera la única decisión posible para competir. En esta línea, se observa la ausencia de explicaciones respecto de cómo una empresa es capaz de sobrevivir sin tener que invertir en mejoras tecnológicas u organizativas, una cuestión observada en la práctica desde hace más de tres décadas (ver, por ejemplo, Fajnzylber, 1989).

El segundo problema deriva de este último. Dentro del enfoque, se acepta que dado el proceso schumpeteriano de destrucción creativa, las empresas con bajos niveles de productividad tenderán a salir del mercado. La evidencia, sin embargo, sugiere que, en algunos mercados, especialmente en los países en desarrollo, este proceso de selección es débil, lo que significa que los mercados están compuestos por empresas con diferentes niveles de productividad, no como una cuestión temporal sino como parte de una estructura permanente (Bottazzi *et al.*, 2010). En la medida en que algunas empresas menos productivas también forman parte de la oferta, los mayores niveles de rentabilidad de los más productivos no disminuye, lo que reduce la posibilidad de que surjan nuevos incentivos para innovar.

Esto nos lleva a una tercera limitación del enfoque cuando se aplica como una herramienta de análisis *ex post*: la existencia de microheterogeneidad asociada con niveles diferentes de mecanismos de productividad y competitividad. La existencia de una diversidad de organizaciones se encuentra en el núcleo del enfoque. Sin embargo, cuando esta diversidad de situaciones se asocia con mecanismos perjudiciales de competencia (trabajo no registrado, evasión fiscal, economías de enclave o simplemente el aprovechamiento de los beneficios promocionales), entonces es necesario entender la heterogeneidad a nivel micro y su impacto en la economía en su conjunto. Bajo el enfoque de los SI, las situaciones extremas (las mejores y las peores firmas) se diluyen en los promedios y el énfasis en la historia y la estructura ha atentado contra su capacidad para explicar las reacciones diferenciales.

El entorno

Dentro del enfoque de los SI, el concepto de “entorno” implica que existe una organización en el centro del análisis (la firma), mientras que las demás organizaciones son consideradas en la medida en que afectan su

desempeño. En este sentido, se entiende por entorno a todas las instituciones públicas y privadas que, en un espacio determinado, en un momento dado, afectan la dinámica innovativa de las empresas. No se trata de la totalidad de la sociedad sino de aquellas instituciones en sentido amplio que afectan la dinámica innovativa del sistema (Lundvall, 1992b; Nelson, 1993; Edquist, 2004). Esto implica que las instituciones que deberían incluirse en el análisis en un momento y lugar pueden ser diferentes de las que lo determinaron anteriormente o para otro entorno. Existen, sin embargo, algunas instituciones cuyo impacto es siempre relevante.

En los desarrollos de Lundvall, el SI se puede considerar en un sentido amplio o en un sentido estricto. En sentido estricto, el sistema está compuesto por la infraestructura de conocimiento y por las empresas (Lundvall, 2009). La infraestructura de conocimiento (o la oferta del conocimiento) incluye a las universidades e instituciones de ciencia y tecnología (públicas y privadas). Las primeras constituyen uno de los ejes del enfoque: las universidades en su papel clave de “productores” de recursos humanos calificados y las instituciones de ciencia y tecnología como creadoras de conocimiento.

Lundvall se refiere luego al sistema en sentido amplio, donde puede encontrarse un conjunto de instituciones que determinan el entorno en tanto rodean al núcleo. Este concepto ampliado incluye todas aquellas instituciones –formales y no formales– que afectan no solo la dinámica innovativa, sino también el proceso de construcción de competencias: el mercado de trabajo, la trayectoria macroeconómica, el sistema financiero, el gobierno, la demanda pública y privada, la dinámica social, etcétera.

Al igual que Lundvall, Nelson sostiene que el SI está conformado por la infraestructura científica y tecnológica y por las empresas, aunque agrega el entorno macroeconómico y la política económica como determinantes contextuales de la dinámica innovativa de las firmas. Más aún, de acuerdo con Nelson y Dahlman (1995) el desempeño económico se explica por la dinámica de los sistemas de innovación (las empresas y la infraestructura de conocimiento), las capacidades de absorción sociales y el entorno macroeconómico. Luego, la combinación de estas tres dimensiones es lo que explica el progreso tecnológico.

Freeman, por su parte, sostiene que el entorno está relacionado con la evolución del conjunto de incentivos, que tienden a variar con el ciclo económico y el contexto internacional (Freeman, 1995). A lo largo del trabajo de Freeman, la situación nacional y la forma en que el país se inserta en el capitalismo mundial determinan el conjunto de posibilidades de la

firma. De esta forma, el autor incluye no solo los determinantes nacionales, en particular las políticas públicas y el contexto social y político, sino también la posición del país en el mundo en términos de relaciones comerciales y de poder.

Cuando se aplica a una realidad concreta, el énfasis del enfoque en el papel activo de la infraestructura de la ciencia, la tecnología y la educación aparece como una de las principales contribuciones a la explicación de la dinámica tecnológica (ver, por ejemplo, Dutrénit y Sutz, 2013). En este sentido, la interacción entre la ciencia y la tecnología y las empresas va más allá de una simple comprensión lineal y antagónica entre las visiones *supply-push* y *demand-push*. Por el contrario, el conjunto particular de incentivos que enfrenta cada organización y sus capacidades determinan el rango de conocimiento a que puede acceder la empresa. En consecuencia, el desafío para los analistas radica en identificar las principales fuerzas que, en un momento y lugar determinado, influyen en el proceso de innovación y en comprender la relación entre la empresa y su entorno.

Interacciones en el si: cooperación e interdependencia

Dentro del enfoque de los si, las empresas están interconectadas y esta interconexión funciona como un canal de información a partir del cual la empresa absorbe y genera conocimiento. Entre las contribuciones de los autores mencionados hasta ahora, existen dos tipos de interacciones: las que se producen como resultado de la operación de la empresa (el ejemplo más claro son las interacciones comerciales) y las realizadas con el fin de alcanzar una innovación. Esta distinción es rara vez explicitada y, por lo tanto, merece una breve descripción.

Cuando el objetivo de la interacción es la búsqueda de mejoras tecnológicas u organizacionales, las interacciones se conocen como vinculaciones para la innovación. Entre ellas, se distingue luego entre los vínculos formales (o cooperación) e informales. Vínculos informales son aquellos que se producen sin la mediación de acuerdos explícitos o contratos que impliquen compromisos de las partes involucradas. Los vínculos formales son contractuales y suelen implicar compromisos monetarios. Dado que en ambos casos la interacción actúa como un canal de información, los dos tipos de interacción afectan la dinámica innovadora de la firma y son incluidos por el enfoque al referirse a las vinculaciones de la firma.

Además de la impronta evolucionista asociada con la interacción entre las organizaciones y el flujo de conocimiento, el enfoque de los SI se ha nutrido de otros abordajes que dan cuenta del hecho inevitable de que la firma se desenvuelve en un entorno, por lo que no es posible pensar la innovación micro de manera aislada. Los estudios sobre organización industrial –tales como los costos de transacción de Williamson (1981) o las externalidades de Meade (1952)– reconocen la existencia de relaciones menos flexibles determinadas por cuestiones independientes del precio. Dentro del enfoque schumpeteriano, las capacidades de conectividad de Teece y Pisano (1994), las relaciones usuario-productor de Lundvall (1992b) y la importancia de las vinculaciones como mecanismos de aprendizaje de Andersen (1992) son algunos ejemplos de la importancia que ha cobrado esta dimensión cuando se pretende explicar la dinámica económica.

Sobre la base de estos antecedentes, la contribución del enfoque radica en la naturaleza sistémica de la interacción. En este sentido, tres cuestiones ayudarán a entender la particular aproximación. La primera es que la interacción es causa y consecuencia de las decisiones de las organizaciones, en las que el lugar de la empresa en la red de organizaciones depende de su capacidad para interactuar más allá de los mecanismos del mercado. Al mismo tiempo, esta red constituye una variable clave para entender el conjunto de incentivos que enfrenta la empresa y que, en última instancia, determinarán su dinámica innovativa. Esto es especialmente subrayado por Lundvall en referencia a las modalidades de la innovación, pero también por Nelson cuando argumenta que la innovación es el resultado de las rutinas de las empresas y el proceso de la competencia capitalista, que incluye tanto a los competidores como al resto de las instituciones que los regulan.

La segunda cuestión tiene que ver con que, para que la interacción tenga lugar, los agentes deben alcanzar un mínimo de competencias. Este umbral está dado por la capacidad de comprender y absorber el conocimiento que circula en el entorno y que requiere de la comprensión del lenguaje, de los mecanismos formales e informales de transmisión y de las motivaciones de las partes a interactuar. El nivel absoluto de ese umbral mínimo estará dado por las características del conocimiento que se desea absorber (Cohen y Levinthal, 1990; Narula, 2003).

La tercera cuestión asociada con la dinámica de vinculaciones dentro del enfoque de los SI es que resulta inevitable. La dinámica propia del sistema capitalista tiene lugar en entornos regidos por instituciones que delimitan deberes y obligaciones, con las que además es preci-

so interactuar para llegar al mercado. La cantidad y dirección del flujo de conocimiento que circule a través de esa interacción dependerán de los esfuerzos y competencias de las organizaciones al establecerlas y sostenerlas. De hecho, Nelson sostiene que, dado un sector industrial con necesidades específicas de insumos y capacidades, su crecimiento y desarrollo tecnológico estará condicionado por la rapidez y efectividad con que se desarrolle la estructura de apoyo. En este sentido, afirma que tecnologías e instituciones coevolucionan (Nelson, 1994).

Por último, un supuesto implícito dentro del enfoque de los SI sostiene que mientras más interconectada se encuentre la firma, mientras más densa sea su trama de vinculaciones, mayor será su probabilidad de absorber conocimiento del entorno y, por lo tanto, de alcanzar innovaciones y mejorar su desempeño. Desde otros enfoques heterodoxos –especialmente desde la teoría de la complejidad y los análisis de *social networks* (ver el volumen I de esta obra)– este supuesto no solo será discutido sino además refutado, dado que la evidencia parecería indicar que las posiciones clave dentro de la red (el sistema en términos de los SI) no necesariamente se encuentran asociadas con la densidad de las vinculaciones.

Conocimiento y creación de competencias

Bajo el enfoque de los SI y, en particular, de las contribuciones de Lundvall, el aprendizaje implica adaptación y creación de competencias (Lundvall *et al.*, 2009a). El primer concepto se refiere a la capacidad de los agentes de responder y ajustar sus conductas a los impulsos externos; el segundo está relacionado con la capacidad de aprendizaje por parte de las organizaciones.

Desde la perspectiva de Edquist, el concepto de creación de competencias se refiere a un medio para la innovación y, por lo tanto, asociado con la dinámica de las empresas. El aprendizaje, por otro lado, resulta una de las principales funciones del sistema como tal, de modo que este concepto remite más a la estructura educativa formal y asociada a la producción de las habilidades que a las actividades de investigación, desarrollo e innovación (Edquist, 2004).

Freeman señaló el rol clave del conocimiento mucho antes de la aparición del enfoque de los SI. El autor sostenía que la característica clave de la nueva economía era la aceleración del progreso tecnológico, que es el resultado de la institucionalización de la creación de conocimien-

to. En consecuencia, para competir, las empresas deben ser capaces de generar y transformar el conocimiento y esto solo sucede si se asignan recursos al desarrollo de sus competencias, es decir, al capital humano (Freeman, 1974).

Algo similar se observa en la obra de Nelson, quien siguiendo un enfoque evolutivo, coloca a las capacidades de la firma en el centro de sus rutinas y de su dinámica competitiva (Nelson y Winter, 1982). Asimismo, explica que la tecnología implica un conjunto de conocimientos que en la era moderna no se puede encontrar en una sola persona sino en muchas y que, así como el agregado de habilidades de los empleados determina el nivel de capacidades de la empresa, el agregado de capacidades de las empresas y de las instituciones, en un entorno específico, determina el nivel capacidades tecnológicas de los sistemas nacionales.

Dadas estas contribuciones, bajo el enfoque de los SI, el nivel de conocimiento de un sistema será mayor que la suma de habilidades de sus partes. Desde una perspectiva dinámica, la generación y acumulación de conocimiento depende entonces del rendimiento de los esfuerzos individuales y las interconexiones entre ellos. En este sentido, cuando Lundvall se refiere a la acumulación de competencias o Nelson a las rutinas mejoradas, incluso cuando Edquist argumenta que, para los países en desarrollo, algunas habilidades son más importantes que otras, los autores incluyen no solo las capacidades reales de los individuos y del sistema sino también el nivel de competencias que les permita aprender y acumular conocimientos para transformarlos en innovaciones.

Implicancias teóricas y metodológicas de la aplicación práctica del enfoque de los SI

La preocupación por el desarrollo y la inclusión social

Desde sus inicios, el enfoque de los SI ha estado fuertemente influenciado por la preocupación respecto del crecimiento y desarrollo. Esta preocupación condujo a una fluida interacción entre investigadores de países desarrollados y en desarrollo, así como también a un gran número de análisis empíricos de comparación entre países (ver, por ejemplo, Lundvall, 2009, y Johnson *et al.*, 2003, para una síntesis al respecto).

Un aspecto de amplia coincidencia entre los distintos autores que adhieren al enfoque es la preocupación por el desarrollo en términos del

ingreso y su distribución y el reconocimiento de la no linealidad entre crecimiento y desarrollo. En este sentido, el avance del sistema capitalista y el desarrollo acelerado de nuevas tecnologías durante los últimos treinta años han puesto de manifiesto dos cuestiones respecto de los “beneficios” de la “destrucción creadora” schumpeteriana. La primera es que, efectivamente, el proceso de destrucción creativa permite el desarrollo de nuevos productos y procesos y el crecimiento de las naciones a partir de la mejora de la productividad, del empleo y de los salarios. La segunda es que también acentúa las diferencias inter e intranacionales. Por un lado, porque en los países en desarrollo el proceso de destrucción creativa suele ser más débil y coexisten diferentes niveles de productividad a lo largo del tiempo (Botazzi *et al.*, 2010). Por el otro, porque no siempre el “mecanismo compensador” (Combs *et al.*, 1987) que sigue a la “destrucción” es suficiente para sostener variables clave como el empleo y la distribución del ingreso.

La pregunta que ha motivado un gran número de desarrollos teóricos y empíricos es cómo el enfoque de los SI puede contribuir a la identificación de causas y consecuencias de la dinámica económica y a traccionar procesos de crecimiento económico compatibles con el desarrollo sustentable. En pocas palabras, cómo se explica la existencia de divergencias y cómo se puede impulsar la convergencia. En este sentido, una gran controversia dentro del enfoque es si debería pensarse en una adaptación o si desde su concepción esta herramienta de análisis implica aplicaciones particulares. Edquist (2001), por ejemplo, ha tratado de avanzar en la definición de un enfoque de sistemas de innovación para el desarrollo que, según el autor, constituye una variante del punto de vista general y que enfatiza las características del desarrollo a fin de mejorar la relevancia y utilidad del enfoque. Así, la difusión resulta más importante que el desarrollo tecnológico inicial; las innovaciones de procesos explican más que las de productos; el cambio técnico debe buscarse en los sectores tradicionales y no en los sectores *high-tech*, etcétera.

Esta aplicación del enfoque se opone a la formulación y al abordaje que hacen autores como Lundvall y Nelson, aunque por motivos diferentes. Para Lundvall (1992), no existen dos sistemas iguales y, por lo tanto, además de diferenciar entre países en desarrollo y países desarrollados, habría que diferenciar entre países del norte y países del sur, países americanos y países asiáticos, países productores de materias primas y países productores de manufacturas, etcétera. Para Nelson y Dahlman (1995), los sistemas de innovación de países desarrollados constituyen un *bench-*

mark que permite analizar a los países en desarrollo: las diferencias en la estructura productiva, en el rol del Estado, en la dinámica innovativa de las firmas, en la generación de conocimiento por parte de la oferta de ciencia y tecnología, etcétera.

La aproximación planteada por Edquist contiene, de manera implícita, la concepción del desarrollo rostowiano, en la que alcanzar tal estatus depende del cumplimiento de una serie de etapas que se suceden en forma lineal (Rostow, 1962). Sin embargo, los errores de esta explicación han sido ampliamente demostrados, incluso por sus colegas contemporáneos ubicados dentro de la corriente de la economía del desarrollo. En términos prácticos, el desarrollo de los países asiáticos y el despegue de grandes países como Brasil, China e India muestran senderos significativamente diferentes. En este sentido, Freeman señala que, dado el escenario mundial (evidentemente el mundo de la Guerra Fría difiere del mundo durante la crisis financiera de 2008), es la dinámica del conjunto de instituciones lo que explica el desempeño diferencial de algunas naciones, difícilmente comparable con el desempeño de otras (es difícil pensar que, por ejemplo, Brasil y Costa de Marfil puedan seguir senderos similares de desarrollo).

Desde un punto de vista teórico, la contribución de Reinert (1996) a la explicación del desarrollo/subdesarrollo resulta esclarecedora y también ha contribuido a moldear la forma en que el enfoque se aplica a los países de menor desarrollo. Este autor enfatiza la importancia de la estructura productiva en la explicación del desarrollo, en especial, las limitaciones que esa estructura supone cuando su progreso técnico se da en forma clásica: menores precios, menores salarios y, en consecuencia, un menor bienestar, asociado con desempleo, exclusión y deterioro de la distribución del ingreso. Por el contrario, cuando el avance tecnológico se produce en forma colusoria –mayores precios y mayores salarios–, genera el efecto contrario y el sector se beneficia a través de un aumento en sus ingresos. Que el desarrollo tecnológico se produzca en uno u otro sentido depende del perfil de especialización productiva y de las características del entorno. Por lo tanto, ante trayectorias de crecimiento sobre sectores de derrames clásicos, el objetivo de la política pública debería ser el de romper con esa trayectoria a partir del desarrollo de nuevos sectores con derrames colusivos. Cada nuevo *breakthrough*, en términos de Dosi (1982), supone una nueva oportunidad para insertarse en el mercado mundial durante el proceso de selección, en el que la competencia no erosiona

los precios y el sector enfrenta elasticidades superiores a la unidad. En términos del propio autor, el desafío es subirse a la ola (Reinert, 1996).

Por definición, los países en desarrollo se caracterizan por estructuras productivas de bajo valor agregado, localizadas en mercados de baja elasticidad ingreso y menores salarios. Por tanto, la variante propuesta por Edquist se opone abiertamente a la dinámica que plantea Reinert, tanto que de sostenerse senderos de crecimiento sobre los sectores predominantes el abordaje que prioriza el primero contribuye a estudiar la dinámica de acentuación del subdesarrollo, sin aportar nuevas herramientas para identificar criterios clave para romper con este patrón de crecimiento. Es decir, el enfoque de Reinert permitiría sostener que la variante de los sistemas de innovación para el desarrollo no solo no es más relevante para el abordaje que se propone sino que su aceptación llevaría severas malinterpretaciones del subdesarrollo (Erbes y Suárez, 2014).

En este sentido, el aporte de Nelson y Dahlman (1995) en términos de regularidades de los países en desarrollo parece más acertado. En un estudio comparativo de varios países, los autores identifican algunas características comunes a los países en desarrollo, asociadas a la forma en que se incorpora la tecnología, el impacto de la historia económica y la importancia clave de las capacidades de absorción (difusión). Con estas especificidades, y dada la evolución de los países de mayor desarrollo, los autores avanzan sobre el concepto de *catching-up*, pero conscientes del hecho de que la tecnología no es de libre apropiabilidad (algo ausente en los desarrollos de Edquist). Por el contrario, los países líderes buscan perpetuarse generando barreras a la difusión y no por medio de nuevas innovaciones en un estilo schumpeteriano. Por todo ello, el cierre de la brecha tecnológica no implica la mera incorporación y adaptación de tecnología sino la creación de competencias endógenas entre los agentes, apoyados por un entorno capaz de sortear las barreras existentes (el régimen de propiedad intelectual, la estabilidad macro, el desarrollo de tecnología local, etcétera).

Una posición más radical es la de Lundvall (1992), quien afirma que no hay dos sistemas iguales y que el enfoque de los SI es justamente una herramienta capaz de conducir al analista a la identificación de las especificidades. Ello no implica que no puedan realizarse estudios comparativos sino que estos deben hacerse en términos de análisis sistémicos y no de comparación de medias inventariadas. Lundvall *et al.* (2009a) discuten la forma en que el enfoque puede ser utilizado como instrumento para el diseño de políticas, diferenciando los sistemas de innovación

“maduros” de los “emergentes”, una clasificación fácilmente equiparable a la propuesta por Edquist y Nelson, pues también supone el pasaje de un estadio al otro, aunque diferente en términos de sus implicancias prácticas. Mientras que Edquist sugiere que la difusión de tecnologías es clave para el desarrollo, Ludnvall *et al.* (2009a) enfatizan la importancia de la creación de competencias tecnológicas y organizacionales básicas (ingeniería, I+D, gestión del conocimiento). Esta apreciación es similar a la realizada por Nelson y Dalman para las empresas, salvo que Lundvall *et al.* (2009) la extienden a todas las instituciones, en especial, al sector público y su capacidad de diseñar, implementar y monitorear políticas públicas. Agregan también que los determinantes del (sub)desarrollo deben buscarse en las relaciones que se establecen en los agentes en términos de fallas sistémicas (por oposición a fallas de mercado) y que el pasaje de un sistema emergente a uno maduro sigue senderos únicos y distintos, a tal punto que lo que constituye una falla sistémica en un país puede no serlo en otro. Por este mismo motivo, los estudios comparativos no pueden abstraerse de los condicionantes socioeconómicos y evolutivos en los que se asienta la estructura analizada. Con esto, Lundvall *et al.* (2009b) se distancia del enfoque funcional propuesto por Edquist (2001), quien supone una serie de requisitos para avanzar en el desarrollo, pero también de Nelson y Dahlman (1995), quienes asumen que una característica positiva en un país (por ejemplo, alto gasto en I+D) puede ser reproducida con igual impacto en otro, permitiendo el *catch-up*.

La visión latinoamericana

Dado el impacto del enfoque de los SI en la región latinoamericana, cabe preguntarse respecto de las respuestas latinoamericanas al enfoque de los SI, tanto a partir de su aplicación práctica como de las premisas de las que parten los “padres fundadores”. En este sentido, el objetivo de la presente sección es presentar la misma discusión respecto de la relación entre el enfoque conceptual y la cuestión del desarrollo en su aplicación al caso concreto latinoamericano, no desde la empiria sino desde los postulados teóricos que proponen los académicos locales.

El reconocimiento del rol de la innovación y el cambio tecnológico no fue solo un fenómeno de los países desarrollados y la cuestión del crecimiento desigual, la relación centro-periferia y la importancia de la brecha tecnológica cuentan con una larga tradición entre los académi-

cos y *policy makers* latinoamericanos. Aunque en un plano más agregado del que se observa en el enfoque de los SI, ya hacia mediados del siglo XX es posible encontrar entre las ideas de las escuelas estructuralistas, desarrollistas y dependentistas el rol del progreso técnico y la innovación como determinante del crecimiento y el desarrollo, donde además se retoma como aspecto central del capitalismo el desequilibrio y la competencia imperfecta.⁴

Con estos antecedentes, el enfoque de los SI aparece en un contexto generalizado de apertura y desregulación y se constituye en el sustento teórico de muchos planes y programas de promoción que tenían por objetivo vincular décadas de promoción de la ciencia básica y desarrollo experimental con el fomento del cambio tecnológico y organizacional en la estructura productiva. La década de 1990 se caracterizó por el pasaje de la política de promoción de la oferta a la promoción de la demanda, bajo el supuesto de que la obligación de cooperación como requisito de acceso a fondos competitivos permitiría solucionar décadas de desarticulación entre la generación de conocimiento y su implementación en forma de innovaciones (Erbes *et al.*, 2016). En esta tradición y en este contexto, se encuadran los académicos que han contribuido con la visión regional al enfoque de los SI.

A continuación, se revisarán las principales contribuciones latinoamericanas asociadas con la cuestión del enfoque para los países en desarrollo, el rol de la historia y los problemas del enfoque como herramienta metodológica. Desde luego, no se pretende aquí revisar todas las contribuciones del pensamiento latinoamericano al enfoque de los SI. Por el contrario, se ofrece un recorte acotado por tres preguntas que contribuyen a entender cómo se desarrollaron esas contribuciones locales. Respondiendo en cierta medida a la controversia entre Lundvall

⁴ La tesis Prebisch-Singer respecto del deterioro secular de los términos del intercambio y la necesidad de avanzar hacia estructuras productivas de mayor valor agregado datan de la década de 1940 y dieron sustento al proceso de industrialización por sustitución de importaciones de mediados del siglo pasado (Prebisch, 1950; Singer, 1950). El triángulo de Sabato fue publicado por primera vez en 1970 y permitió entender la dinámica tecnológica como el emergente de un sistema complejo entre las empresas, el gobierno y los centros de ciencia, tecnología y educación, de cuya articulación dependía el desarrollo (Sabato y Botana, 1970). Los postulados de Amílcar Herrera, de 1971, sobre el impacto de los incentivos del entorno (que él denominó política implícita) y su articulación con las políticas explícitas permiten explicar gran parte de los fracasos industriales del siglo pasado (Herrera, 1971). Fernando Cardoso, Celso Furtado, André Gunder Frank y otros tantos pensadores de la región defendieron la industrialización como único mecanismo de desarrollo, siendo la generación y adaptación de tecnología la actividad clave.

y Edquist, la primera pregunta tiene que ver con la necesidad o no de contar con un enfoque específico para los países en desarrollo, especialmente para Latinoamérica. La segunda, relacionada con las especificidades que plantean Nelson y Dahlman y cercana al análisis histórico de Freeman, se relaciona con la medida en que una historia particular de desarticulación y desequilibrios determinó un abanico de oportunidades diferentes, con procesos de cambio tecnológico también diferentes. Finalmente, y asociada con la implementación práctica del enfoque, la tercera pregunta está dada por la tensión entre lo que se debería medir y lo que en efecto puede medirse.

Enfoque específico vs. aplicación específica

En relación con la necesidad o no de un enfoque particular para los países de la región, las contribuciones locales se encuentran más cercanas a la posición de Lundvall que a la de Edquist, ya que no es posible pensar en un sistema específico para los países en desarrollo dada la heterogeneidad de situaciones, tanto entre continentes como dentro de ellos (el subdesarrollo sudafricano es significativamente diferente del latinoamericano, pero también la situación de Honduras difiere de la de Uruguay). Y lo mismo les cabe a los diferentes países desarrollados. Es decir, si se diseñaran alternativas para los países en desarrollo, se debería crear una para cada tipo de situación.

Sin embargo, a pesar del consenso respecto de la naturaleza metodológica del enfoque, mientras que para Lundvall se trata de un concepto *ex post*, su aplicación al caso latinoamericano se ha dado sobre la base de una interpretación *ex ante* y a partir de allí los análisis han estado orientados hacia la explicación de cómo la dinámica sistémica planteada desde la teoría no se evidencia en la práctica (Dutrénit, 2009). Es así que mientras que en su génesis el concepto aparece como una formulación de regularidades observadas en los países desarrollados, en Latinoamérica se difunde como herramienta para explicar la falta de una dinámica sistémica en las múltiples dimensiones que explican la innovación. Esta misma aplicación *ex ante* condujo a resaltar la dimensión más normativa del enfoque, lo que transformó al concepto de SI en sujeto de política (Arocena y Sutz, 1999).

De esta forma, la “visión desde el sur” en términos de Arocena y Sutz o el “marco sudamericano” en términos de Cassiolato y Lastres (2002)

aparecen como una forma de explicitar elementos clave que deben ser considerados en cualquier análisis de los países de la región, relacionados con su historia, su estructura actual y su posición jerárquica en el mundo. Sin embargo, no se trata de una alternativa en el sentido que Edquist (2001) propone los sistemas de innovación para el desarrollo. Por el contrario, en los diversos análisis se rechaza la idea de etapas del desarrollo. Los desafíos que enfrenta Latinoamérica frente a la nueva economía no son los mismos que los que enfrentan Europa, Estados Unidos o Japón pero tampoco los que enfrentan los países asiáticos o africanos. Por tanto, no es posible pensar que los mismos pueden llegar a ser superados siguiendo exactamente los mismos pasos.

Causas vs. consecuencias

Tal como se mencionó anteriormente, Nelson y Dahlman (1995) proponen una serie de especificidades de los países en desarrollo que determinan su peor desempeño innovativo. Sin embargo, estas especificidades llevan implícita la forma en que debería producirse el pasaje de una situación de subdesarrollo a otra de crecimiento virtuoso al mismo tiempo que, de manera similar a los planteos de Edquist (2001), implican la perpetuación de la brecha tecnológica. En efecto, si en los países en desarrollo las innovaciones de proceso son más importantes para la dinámica innovativa que las de producto, entonces promover desde el Estado la incorporación de maquinaria y equipo perpetuaría esta situación. Al mismo tiempo, aunque los autores reconocen la importancia de generación interna de conocimiento, lo hacen en relación con esas mismas especificidades identificadas (siguiendo con el ejemplo, esto implicaría el desarrollo de competencias endógenas en la mejora de procesos).

La crítica latinoamericana a estas especificidades planteadas por Nelson, Dahlman y Edquist tienen que ver con que lo que estos últimos consideran como causas del subdesarrollo son en realidad consecuencias (Erbes y Suárez, 2014). En efecto, la región se caracteriza por una estructura productiva sesgada hacia la industrialización de productos primarios (*commodities*) y ensamble (maquiladoras), con un bajo contenido de conocimiento, débiles encadenamientos productivos y pocas empresas exitosas (sobre la frontera tecnológica, productora de bienes de alto valor agregado, articuladas local y globalmente), que no son suficientes para traccionar un aumento generalizado de la productividad

(Dutrénit y Katz, 2005; Lugones y Suárez, 2006; Porta, 2006; Katz, 2007). Por tanto, el mayor peso de las innovaciones de proceso, la importancia de los procesos de difusión por sobre los de creación de tecnología y los desequilibrios estructurales son en realidad consecuencias de la dinámica productiva y explican el menor desarrollo relativo.

En el mismo sentido que lo plantea Reinert (1996), pero atendiendo a la existencia de fallas sistémicas en el sentido de Ludnvall *et al.* (2009a) y a los determinantes históricos en el sentido de Freeman (1995), el desarrollo de los países latinoamericanos dependerá de su capacidad para romper con el círculo vicioso dado por un ambiente de selección que dificulta los procesos innovativos (características históricas y estructurales) y los procesos innovativos existentes no llegan a modificar el entorno de selección (pocas empresas virtuosas). Para ello es necesario no solo el cambio estructural (Cimoli, 2005) sino la coevolución de las instituciones que le dan sustento (Dutrénit, 2009; Dutrénit *et al.*, 2010). Nuevamente, las especificidades de Nelson y Dahlman (1995) y las características pre-desarrollo planteadas por Edquist (2001) son en realidad consecuencia de una estructura productiva subdesarrollada. Sus postulados, por tanto, resultan útiles para explicar el subdesarrollo pero no para modificarlo.

Teoría y práctica

Las críticas más fuertes que ha recibido el enfoque de los SI es quizá la distancia que existe entre sus postulados teóricos y su aplicación práctica. En esta línea, algunos aportes latinoamericanos han permitido identificar elementos ausentes en los estudios empíricos iniciales y proponer alternativas de análisis que permitan identificar dónde y cómo operar para romper con el círculo vicioso planteado en la sección previa.

En términos generales, se observan dos cuestiones. La primera se relaciona con el impacto de las especificidades señaladas (especialización productiva, encadenamientos e historia de desequilibrios). Dadas estas especificidades, el proceso innovativo de la región se caracteriza por un bajo nivel de esfuerzos en pos de mejoras tecnológicas y organizacionales, concentrado en la adquisición de bienes de capital, un entramado débil de vínculos y relaciones dentro del SI y un elevado número de empresas innovadoras, pero con reducidos alcances de las innovaciones logradas (Lugones y Suárez, 2006). Estas características hacen que, aunque resulte vital contar con abordajes generales aplicables a todos los países (desa-

rrollados y en desarrollo), también es preciso contar con un marco regional (y eventualmente, nacional). El primero, porque permite abordar la cuestión de la brecha tecnológica respecto de las mejores prácticas; el segundo, porque permite monitorear la evolución de estos rasgos característicos (Lugones y Suárez, 2010)

La segunda cuestión tiene que ver con la naturaleza sistémica del fenómeno de la innovación y cómo el excesivo énfasis en la medición comparada y los indicadores objetivos ha atentado contra los postulados teóricos que dieron lugar al enfoque.⁵

La aplicación práctica del enfoque en el caso latinoamericano confirma de manera fehaciente uno de sus postulados centrales: el sistema es más que la suma de sus partes. Sin embargo, esta confirmación se presenta por la negativa. En un análisis de tipo inventariado, los países latinoamericanos muestran las mismas instituciones y la misma frecuencia de vinculaciones que los países en desarrollo. Sin embargo, la lógica de funcionamiento, el rol de las instituciones intangibles y las características idiosincráticas de sus organizaciones determinan un sistema poco articulado, con evidentes diferencias entre los procesos que emergen en Europa o Estados Unidos y los procesos que emergen en los países latinoamericanos.

En este sentido, la crítica a la aplicación empírica del enfoque se relaciona con la escasa atención que presta a las capacidades de conectividad, no en el sentido unidireccional dado por el estudio de las vinculaciones, sino en términos de los flujos bidireccionales de información y conocimiento y su impacto en las competencias innovativas (Erbes, Robert y Yoguel, 2010; Yoguel y Robert, 2010). En este sentido, los abordajes de tipo inventariado reducen el atributo de complejidad a la construcción de indicadores combinados, sin la inclusión de procesos de *feedback* y acumulación, menos aún de trayectorias dinámicas. También la escasa importancia que se le da a la vinculación entre innovación y desempeño, que en la región pone de manifiesto los límites tanto de la eficiencia schumpeteriana como keynesiana (Barleta, Pereira y Yoguel, en este mismo libro) y los problemas encontrados en la dinámica de mejoras en la productividad (Robert *et al.*, 2011).

⁵ En algún sentido, los modos de innovación de Lundvall (2007) son un reconocimiento de los procesos de acumulación, aunque incompletos en tanto solo consideran los mecanismos endógenos de generación y combinación de conocimiento y no la forma en que una determinada posición dentro del sistema determina el abanico de opciones a las que la firma puede acceder.

En síntesis, la aplicación del enfoque al plano latinoamericano y los desarrollos teóricos y metodológicos que le sucedieron han puesto de manifiesto que los estudios comparativos en el plano internacional⁶ representan un punto de partida –y no de llegada– en materia de análisis de los SI. Nuevamente, lo que se manifiesta en estos estudios son consecuencias, situaciones útiles a los fines descriptivos pero insuficientes para identificar criterios clave de política, en el sentido de una aplicación *ex ante* del enfoque.

Conclusiones

En este capítulo se ha discutido la construcción del enfoque de los SI, en un intento por presentar su complejidad y diversidad, pero también su utilidad. A modo de síntesis, vale decir que se trata de un conjunto de aportes más o menos articulados, con un claro objetivo unificador: explicar la dinámica del crecimiento y desarrollo sobre la base del cambio tecnológico y la innovación, entendido como un proceso sistémico e iterativo que se manifiesta en un plano micro y meso, determinado a su vez por la dimensión macro.

A partir de allí, las explicaciones y abordajes son múltiples, aunque en su mayoría complementarios. Asimismo, la falta de límites claros, de un cuerpo teórico unificado y de leyes fundamentales es quizá la principal ventaja del enfoque y da cuenta de su potencial como herramienta metodológica para explicar tanto por qué un país, región o sector se ubica en un determinado lugar dentro del *ranking* del desarrollo y cuál fue el proceso que lo condujo allí.

Desde las primeras aplicaciones del concepto hasta la actualidad, se han sucedido un gran número de desarrollos empíricos que permiten a los analistas aproximarse un poco más a la comprensión del desarrollo y a la identificación de criterios clave para el diseño, implementación y monitoreo de políticas públicas. Sin embargo, persisten aun fuertes desafíos, en especial, la aplicación empírica que se hace del enfoque y la distancia entre la teoría y la práctica.

⁶ Dada su importancia en los desarrollos iniciales del enfoque de los SI, solo se ha hecho referencia a los estudios comparativos de Nelson y Dahlman (1995). Se han publicado, sin embargo, un número significativo de análisis comparativos internacionales, tales como los presentados en Alburquerque (1999), Godinho *et al.* (2004), Anlló y Suárez (2008), CEPAL (2008), y los discutidos en Suárez (2006).

Cuando se analizan los modelos y datos, las distancias teóricas entre los diferentes autores tienden a reducirse mientras que la distancia entre el postulado teórico y la presentación práctica tiende a ensancharse, observándose además una suerte de análisis ahistórico y estático. Salvo contadas excepciones con poca trascendencia, el enfoque sistémico queda reducido a la medición de las vinculaciones a partir de encuestas a empresas (con el foco en las relaciones desde la empresa hacia el entorno y no identificando su posición en la red en la que está inmersa) y datos macroeconómicos, la dinámica innovativa al conjunto de indicadores de innovación a nivel de la firma y la infraestructura de conocimiento a la realización de cálculos de flujo y stock sobre el gasto en I+D y el personal en ciencia y tecnología. La variedad, tan presente en la teoría evolucionista neoschumpeteriana, tiende a “controlarse” a través de indicadores de tamaño, sector de actividad y localización, y las trayectorias se convierten en estudios de panel con supuestos contrarios a la existencia de *feedbacks* y acumulación.

Desde luego, gran parte de esta cuestión se explica por la disponibilidad de información, la necesidad de comparar distintos países, regiones y sectores y la posibilidad real de capturar fenómenos absolutamente abstractos como son la circulación de conocimiento en el entorno, la capacidad de absorción de las firmas, el impacto de las trayectorias o la idiosincrasia de las instituciones. Sin embargo, el uso de indicadores *proxy*, de registros administrativos y de encuestas de opinión debe ser analizado teniendo presente tanto la forma en que se generaron, como sus limitaciones para aproximarse a la realidad.

Otra de las cuestiones relativas al conjunto de aportes de este enfoque tiene que ver con la aparente dicotomía entre su aplicación *ex post* y *ex ante*. Como se señaló en las secciones previas, la tensión entre el enfoque como abordaje descriptivo y el enfoque como elemento prescriptivo puso de manifiesto la doble intención con que es aplicado en la práctica, lo que hace que tal dicotomía no sea más que una apreciación teórica. En efecto, para usarlo como herramienta normativa, debe tenerse un patrón, una referencia a la cual aspirar. En consecuencia, se lo aplica como un concepto *ex post* en los países desarrollados para luego aplicarlo *ex ante* en los países en desarrollo y analizar así la brecha que debe cerrarse a partir de un proceso de *catch-up*. El problema de esta dinámica de análisis es el peligro de confundir medios con fines y el hecho de que cada agente responderá de manera particular dado su entorno y trayectoria. En consecuencia, el margen para reproducir casos exitosos es reducido,

cuando no imposible, dada la cantidad de variables que deberían controlarse (o incentivarse).

Otra de las cuestiones tiene que ver con el reconocimiento del rol del Estado y del escenario mundial en la búsqueda del desarrollo sustentable. Al respecto, a pesar de las críticas a su traducción en estudios prácticos, a pesar de las limitaciones para reproducir escenarios, el enfoque de los SI ha probado ser una potente herramienta metodológica para identificar los desafíos que enfrentan los países en desarrollo al cerrar la brecha y resulta una reivindicación del deber de los gobernantes de traccionar el desarrollo sustentable en un mundo cada vez más globalizado. Todo ello sin desconocer que cada país se inserta de manera específica en el escenario mundial (algo ausente en los desarrollos fundacionales del enfoque) y que tanto como los abordajes subnacionales complementan el enfoque, la realidad capitalista mundial marca las limitaciones políticas, sociales y económicas a la búsqueda del desarrollo sustentable.

En relación con la perspectiva latinoamericana, independientemente de su grado de comunión con el enfoque de los SI inicialmente planteado por Lundvall, Freeman, Edquist o Nelson, las discusiones acontecidas desde la publicación del libro de Lundvall en 1992, y el gran número de actividades académicas conjuntas⁷ dieron lugar a una red latinoamericana de pensadores sobre el desarrollo, con una larga tradición en el estudio de los determinantes del cambio tecnológico y la competitividad genuina. Estos constituyen hoy un conjunto de aportes individuales con una amplia complementación y consenso respecto de la importancia de la innovación como motor del desarrollo. En relación con el enfoque, todos ellos coinciden en que la innovación es la clave para el desarrollo y que constituye un proceso geográfica e históricamente enraizado, de naturaleza sistémica e iterativa, y enfatizan la necesidad de intervención del Estado para promover y direccionar el desarrollo sustentable. En relación con su aplicación a Latinoamérica, la trayectoria de inestabilidades de la región, la persistencia de niveles promedio de productividad por debajo de los estándares internacionales y la existencia de fuertes inequidades sociales hacen que al abordarse la cuestión de la ciencia, la tecnología y

⁷ Por ejemplo, las conferencias bianuales de la Global Network for Economics of Learning, Innovation, and Competence Building Systems (Globelics) y su capítulo latinoamericano, la Latin American Network for Economics of Learning, Innovation, and Competence Building Systems (Lalics), la Asociación Latinoamericana Tecnológica (Altec), el Proyecto BRICS, las actividades de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), los eventos anuales de la Schumpeterian Society, entre otros.

la innovación no pueda perderse de vista la heterogeneidad de situaciones, la no linealidad de los procesos y, especialmente, la escasa utilidad de las políticas públicas exitosas en países desarrollados cuando lo que se pretende es modificar la realidad latinoamericana. Así, el enfoque general es lo que permite identificar la necesidad de un abordaje particular.

Finalmente, cabe reflexionar respecto de la relación entre el fatalismo determinista y el optimismo ingenuo de algunos abordajes particulares. Ningún autor estaría en desacuerdo con la necesidad del crecimiento sustentable, con la importancia de la agregación de valor o la necesidad de acompañar el crecimiento con el desarrollo y la inclusión social. De hecho, esto no constituye un elemento distintivo del enfoque sino que es algo que desde la teoría económica se ha predicado por varias décadas. Sin embargo, el enfoque de los SI y el fuerte énfasis en las realidades nacionales han venido a dar por tierra con la idea de que las políticas pueden reproducirse en diferentes lugares con iguales resultados, que la dinámica económica queda determinada pura y exclusivamente por las decisiones individuales y que imitar el desarrollo productivo de los países desarrollados es la forma de producir el *catching-up* tecnológico. Apreciaciones como estas han llevado a conclusiones tales como que la falta de inversiones en I+D es causa (y no consecuencia) del subdesarrollo, que un mejor sistema de propiedad intelectual permitiría el desarrollo de los denominados sectores *high-tech* y que a pesar de la sistemática falla en la agregación de valor en los recursos naturales, el desarrollo sustentable ahora puede tener lugar a partir de la inclusión en nichos de alto valor y encadenamientos virtuosos (con múltiples barreras a la entrada). Ante análisis como estos, el enfoque de los SI se presenta como una alternativa conceptual que acepta que la realidad económica es mucho más compleja que eso, que la dinámica sistémica de la innovación hace que no puedan reproducirse escenarios y que el camino del desarrollo depende de la confluencia de voluntades públicas y privadas y de la existencia de relaciones de poder asimétricas. Así, resulta en muchos aspectos un enfoque realista y superador que permite explicar el pasado e identificar posibles senderos futuros.

Bibliografía

- Andersen, E. S. (1992). "Integration, Innovation and Evolution". En Lundvall, B. Å., *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- Arocena, R. y Sutz, J. (1999). "Looking at National Systems of Innovation from the South". *DRUID Summer Conference*.
- Bisang, R. (1993). "Industrialización e Incorporación del progreso técnico. Hacia la articulación de un sistema nacional de innovación". *Documento de Trabajo* n° 54. Buenos Aires: CEPAL.
- Bergek, A.; Jacobsson, S.; Carlsson, B.; Lindmark, S. y Rickne, A. (2008). Analyzing the Functional Dynamics of Technological Innovation Systems: A Scheme of Analysis". *Research Policy* 37(3), pp. 407-429.
- Bottazzi, G.; Dosi, G.; Jacoby, N.; Secchi, A. y Tamagni, F. (2010). "Corporate Performances and Market Selection: Some Comparative Evidence". *Industrial and Corporate Change* 19(6), pp. 19-53.
- Breschi, S. y Malerba, F. (1997). "Sectorial Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics and Spatial Boundaries". En Edquist, C., *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. Londres: Pinter.
- Cassiolato, J. y Lastre, H. (2002). "Systems of Innovation and Development from a South American Perspective: a Contribution to Globelics". *Globelics Working Paper*.
- Cimoli, M. (2005). *Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina*. Buenos Aires: CEPAL.
- Cohen, W. y Levinthal, D. (1990). "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation". *Administrative Science Quarterly*, 35(1), pp. 128-152.
- Combs, R.; Saviotti, P. y Walsh, V. (1987). *Economics and Technological Change Part II*. Londres: MacMillan.
- Dalum, B. (1992). "Export Specialisation, Structural Competitiveness and National Systems of Innovation". En Lundvall, B. Å., *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.

- Dosi, G. (1982). "Technological Paradigms and Technological Trajectories: A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change". *Research Policy*, 11(3), pp. 147-162.
- Dutrénit, G. (2009). *Sistemas Regionales de Innovación: un espacio para el desarrollo de las pymes. El caso de las maquiladoras industriales*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Dutrénit, G. y Sutz, J. (2013). "Sistemas de innovación para un desarrollo inclusivo". Foro consultivo científico y tecnológico - Lalics, México.
- Dutrénit, G. y Katz, J. (2005). "Innovation, Growth and Development in Latin-America: Stylized Facts and a Policy Agenda". *Innovation: Management, Policy & Practice*, vol. 7, 2-3 Innovation and Economic development: Lessons from Latin America, pp. 105-130.
- Dutrénit, G.; Puchet Anyul, M.; Sanz-Menéndez, L.; Teubal, M. y Vera-Cruz, A. (2010). "Un modelo de política para fomentar la coevolución de la ciencia y la tecnología con la innovación: el caso mexicano". En Dutrénit, G.; Capdevielle, M. y Corona Alcantaret, J. M., *El sistema nacional de innovación mexicano: instituciones, políticas, desempeño y desafíos*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Edquist, C. (1997). *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*. Londres: Pinter.
- (2001). 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, J.; Mowery, D. y Nelson, R. (comps.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- Erbes, A.; Robert, V y Yoguel, G. (2010). "Capacities, Innovation and Feedbacks in Production Networks in Argentina". *Economics of Innovation and New Technology*, verano de 2010.
- Erbes, A. y Suárez, D. (2014). "Desarrollo y subdesarrollo latinoamericano. Un análisis crítico del enfoque de los Sistemas de Innovación para el Desarrollo". *Redes*, vol. 20, n° 38, pp. 97-119.

- (2016). *Repensando el desarrollo latinoamericano. Una discusión desde los sistemas de innovación*. Los Polvorines: UNGS.
- Erbes, A.; Katz, J. y Suárez, D. (2016). “Aportes latinoamericanos para la construcción del enfoque del SNI. El énfasis en el desarrollo”. En Erbes, A. y Suárez, D. (comps.), *Repensando el desarrollo latinoamericano. Una discusión desde los sistemas de innovación*. Los Polvorines: UNGS.
- Fagerberg, J. (2003). “Innovation: A Guide to the Literature”. Centre for Technology, Innovation and Culture, Universidad de Oslo.
- Fagerberg, J.; Mowery, D. y Nelson, R. (comps.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- Fajnzylber, F. (1989). “Industrialización de América Latina: de la ‘caja negra’ al ‘casillero vacío’”. *Cuadernos de la CEPAL*, n° 60.
- Freeman, C. (1974). *The Economics of Industrial Innovation*. Harmondsworth: Penguin.
- (1982). “Technological Infrastructure and International Competitiveness”. Borrador presentado en el grupo OECD sobre ciencia, tecnología y competitividad. Agosto de 1982.
- (1987). *Technology policy and economic performance: Lessons from Japan*. Londres: Pinter.
- (1995). “The ‘National System of Innovation’ in historical perspective”. *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), pp. 5-24.
- Freeman, C. y Soete, L. (1997). *The Economics of Industrial Innovation*. Londres: Pinter.
- Herrera, A. (1971). *Ciencia y política en América Latina*. México: Siglo XXI.
- Jensen, M. B.; Johnson, B.; Lorenz, E. y Lundvall, B. Å. (2007). “Forms of Knowledge and Modes of Innovation”. *Research Policy*, 36(5), pp. 680-693.
- Johnson, B. (1992). Institutional Learning. En Lundvall, B. Å., *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- Johnson, B.; Edquist, C. y Lundvall, B. Å. (2003). “Economic Development and the National System of Innovation Approach”. Ponencia presentada en First Globelics Conference, Río de Janeiro.

- Katz, J. (2007). “Reformas estructurales orientadas al mercado, la globalización y la transformación de los sistemas de innovación en América Latina”. En Dutrénit, G.; Jasso, J. y Villavicencio, D. C., *Globalización, acumulación de capacidades e innovación. Los desafíos para las empresas, localidades y países*. México: Fondo de Cultura Económica
- Kline, S. y Rosenberg, N. (1989). “An Overview of Innovation”. En Landau, R. y Rosenberg, N., *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*. R. Washington: National Academies Press.
- Lall, S. (1984). “Technology Exports of Newly Industrializing Countries”. *World Development*, vol. 12, n° 5/6.
- (1992). “Technological Capabilities and Industrialization”. *World Development*, vol. 20, n° 2, pp. 165-186.
- (2001). *Competitiveness, Technology and Skills*. Chettenham: Edward Elgar.
- List, F. (1841). *The National System of Political Economy*. Londres: Longmans.
- Lugones, G. y Suárez, D. (2006). “STI Indicators for Policy Making in Developing Countries: An Overview of Experiences and Lessons Learned”. Conference Room Paper, Multi-Year Expert Meeting on Enterprise Development Policies and Capacity-Building in Science, Technology and Innovation. Ginebra.
- (2006). “Los magros resultados de las políticas para el cambio estructural en América Latina: problema instrumental o confusión de objetivos?”. *Documento de Trabajo* n° 27. Centro Redes.
- Lundvall, B. Å. (1992a). *National System of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- (1992b). “User-Producer Relationships, National Systems of Innovation and Internationalisation”. En Lundvall B. Å., *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.
- (1998). “Defining Industrial Dynamics and Its Research Agenda”. *DRUID Winter Seminar*, Middelfart.
- (2009). “Investigación en el campo de los sistemas de innovación: orígenes y posible futuro”. En Lundvall B. Å. (comp.), *Sistemas*

Nacionales de innovación. Hacia una teoría del aprendizaje por interacción, postscriptum. Buenos Aires: UNSAM.

- Lundvall, B. Å.; Chaminade, C.; Vang-Lauridsen, J. y Joseph, K. J. (2009a). *Innovation Policies for Development: Towards a Systemic Experimentation Based Approach*. 7th Globelics Conference. Dakar (Senegal), del 6 al 8 de octubre de 2009.
- Lundvall, B. Å.; Joseph, K. J.; Chaminade, C. y Vang, J. (2009b). *Handbook on Innovation Systems and Developing Countries*. Reino Unido: Edward Elgar.
- Malerba, F. (2004). "Sectoral Systems: How and Why Innovation Differs across Sectors". En Fagerberg, J.; Mowery, D. y Nelson, R. (comps.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- Meade, J. E. (1952). "External Economies and Diseconomies in a Competitive Situation". *The Economic Journal*, 62(245), pp. 54-67.
- Mensch, G. (1975). *Stalemate in Technology: Innovations Overcome the Depression*. Cambridge, MA: Ballinger Publishing Company.
- Narula, R. (2003). "Understanding Absorptive Capacities in an 'Innovation Systems' Context: Consequences for Economic and Employment Growth". *DRUID Working Paper*, n° 04-02.
- Nelson, R. (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, Oxford, Oxford University Press.
- (1994). "The Co-evolution of Technology, Industrial Structure, and Supporting Institutions". *Industrial and Corporate Change*, 3(1), pp. 47-63.
- Nelson, R. y Winter, S. (1977). "In Search of Useful Theory of Innovation". *Research Policy*, 6(1), pp. 36-76.
- (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Nelson, R. y Dahlman, C. (1995). "Social absorption Capability, National Innovation Systems, and Economic Development". En Koo, B. H. y Perkins, D (comps.), *Social Absorption Capability and Long Term Growth*. Nueva York: St. Martins Press.
- North, D. (1990). *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Nueva York: Cambridge University Press.

- Pavitt, K. (1984). "Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory". *Research Policy*, n° 13, pp. 353-369.
- Porta, F. (2006). Especialización productiva e inserción internacional. Evidencias y reflexiones sobre el caso argentino. En Lugones, G. y Porta, F. (comps.), *Enfoques y metodologías alternativas para la medición de las capacidades innovativas*. Los Polvorines: UNGS.
- Prebisch, R. (1950). "El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas". *Desarrollo Económico*, vol. 26, n° 103, octubre-diciembre de 1986.
- Reinert, E. (1996). "The Role of Technology in the Creation of Rich and Poor Nations: Underdevelopment in a Schumpeterian System". En Aldcroft, D. y Catterall, R. (comps.), *Rich Nations - Poor Nations*. Reino Unido: Edward Elgar.
- Reinert, E. y Reinert, S. (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, M. A. (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.
- Robert, V.; Yoguel, G.; Pereira, M. y Barletta, F. (2011). *The Effects of Feedbacks on firms' Productivity Growth. Micro, Macro, and Meso Determinants of Productivity Growth in Argentinian Firms*. Globelics Buenos Aires, noviembre de 2011.
- Rossegger, G. (1987). *The Economics of Production and Innovation. An Industrial Perspective*. Oxford: Pergamon Press.
- Rostow, W. (1962). *The Stages of Economic Growth*, Londres: Cambridge University Press.
- Sabato, J. y Botana, N. (1970). "La ciencia y la tecnología en el desarrollo de América Latina". Santiago de Chile: Tiempo Latinoamericano, Editorial Universitaria.
- Schmookler, J. (1979). "Fuentes económicas de la actividad inventiva". En Rosenberg, N., *Economía del cambio tecnológico*. México: Fondo de Cultura Económica.

- Schumpeter, J. (1934 [1912]). *The Theory of Economic Development*. Cambridge: Harvard University Press.
- Singer, H. (1950). “Distribución de ganancias entre países inversores y prestatarios”. *American Economic Review, Papers and Proceedings*, vol. II, n° 2, mayo de 1950.
- Teece, D. y Pisano, G. (1994). “The Dynamic Capabilities of Firms: an Introduction”. *Industrial and Corporate Change*, 3(3), pp. 537-556.
- Williamson, O. E. (1981). “The Economics of Organization: The Transaction Cost Approach”. *American Journal of Sociology*, 87(3), pp. 548-577.
- Yoguel, G. y Robert, V. (2010). “La dinámica compleja de la innovación y el desarrollo económico”. *Desarrollo Económico*, vol. 50, n° 199, pp. 423-453.

Capítulo 13

Canales, beneficios y riesgos de las interacciones público-privadas en la transferencia de conocimiento: marco conceptual inspirado en América Latina*

Valeria Arza

Introducción

Las interacciones entre los organismos públicos de investigación (OPI) y la industria conllevan tanto beneficios como riesgos. Este capítulo tiene como objetivo presentar un marco conceptual que asocie motivaciones, canales de interacción y beneficios de las firmas y los OPI. En él se propone que cada canal acarrea ciertos tipos de beneficios predominantes y se afirma que las políticas para promover las interacciones OPI-industria (OPI-I) deben ser selectivas. Para lograr el mejor balance posible entre los beneficios y riesgos de las interacciones OPI-I, el diseño de estas políticas tiene que considerar características tales como las habilidades de los actores y las especificidades de los canales de interacción. El foco geográfico de esta discusión es América Latina.

* Una versión previa de este capítulo fue publicada en *Science and Public Policy*, 37(7), agosto de 2010, pp. 473-484. Agradezco los valiosos comentarios sobre la versión anterior de este capítulo de Claudia Vázquez, Andrés López, Glenda Kruss, Jo Lorentzen, Keun Lee y Eun Jong-Hak. También las discusiones con Gabriela Dutrénit y Claudia de Fuentes que contribuyeron a enriquecer el apéndice metodológico. Por último, me gustaría agradecer los comentarios de dos referentes anónimos. Aplican los descargos habituales. CONICET, Argentina; IDRC (International Development Research Centre), Canadá, y La Ville de Paris (Gobierno de la Ciudad de París), Francia, contribuyeron con fondos para este proyecto.

Las interacciones entre el sector privado y los OPI tienen la capacidad de crear y difundir conocimiento, pero conllevan ciertos riesgos relacionados principalmente con la privatización de los resultados de la investigación pública y con el desvío de la agenda de investigación hacia objetivos menos útiles en términos sociales. La literatura sobre las interacciones OPI-I dirigida a contribuir al diseño de políticas presenta elementos tanto a favor como en contra de la promoción de estos vínculos. De hecho, existen muy pocos intentos en esta bibliografía de distinguir las particularidades de las interacciones según los diferentes canales.

Este capítulo se centra en los canales de las interacciones OPI-I y los beneficios y riesgos asociados a estas interacciones en países en desarrollo, con foco en América Latina. Planteamos entonces dos afirmaciones. En primer lugar, el canal de interacción OPI-I utilizado por firmas e investigadores se define mediante una combinación específica de objetivos que motivan esta interacción. En segundo lugar, dado que los beneficios de las interacciones generalmente se encuentran en línea con la motivación inicial, ciertos canales de interacción tienen más probabilidad de dar como resultado ciertos tipos de beneficios para cada uno de los actores (por ejemplo, firma y OPI). Asimismo, los riesgos asociados con las interacciones OPI-I varían según el canal de interacción.

Este capítulo es relevante en materia de política científico-tecnológica (PCT) ya que analiza los pros y los contras de promover ciertos canales de interacción en lugar de otros a la hora de alcanzar beneficios específicos y evitar algunos riesgos. Es fundamental evaluar conjuntamente los beneficios y riesgos si se pretende que las interacciones OPI-I contribuyan a mejorar el sistema nacional de innovación (SNI) de forma global.

El capítulo se organiza en cinco secciones. En la segunda sección, se describen las especificidades de las interacciones OPI-I en América Latina. La tercera sección presenta la discusión sobre las motivaciones y beneficios de las interacciones OPI-I y propone un marco conceptual que vincula las motivaciones, los canales de interacción y los beneficios. La cuarta sección amplía el marco conceptual para considerar el riesgo social potencial de la interacción OPI-I. Por último, se derivan hipótesis específicas que son testeadas posteriormente en las contribuciones empíricas.

Interacciones OPI-I en los países en desarrollo, con foco en América Latina

La mayor parte de la investigación teórica y empírica sobre las interacciones OPI-I se centra en las economías desarrolladas. Sin embargo, los requerimientos de los países desarrollados para mejorar sus SNI no son los mismos que aquellos de los países en desarrollo (Mazzoleni y Nelson, 2007), como tampoco lo son sus interacciones OPI-I.

En primer lugar, las necesidades socioeconómicas no son las mismas. A diferencia de la realidad de los países desarrollados, importantes segmentos de la población de los países en desarrollo viven en la pobreza. Asimismo, la distribución del ingreso es altamente desigual y los sistemas educativos y de salud deficientes perpetúan la inequidad social. Más aún, el nivel de contaminación, principalmente ocasionado por tecnologías de producción obsoletas, es alarmante.

Todas estas características crean demandas específicas para los OPI que muchas veces no son comparables con las demandas de la actividad económica de los países desarrollados. Como afirman Mazzoleni y Nelson (2007), la clave para generar procesos de *catching up* es realizar una investigación que sea útil para cada país. Por lo tanto, la investigación debe orientarse a la necesidad social de los usuarios. Sin embargo, en un contexto donde gran parte de los usuarios de tecnología viven en la pobreza, lo que implica que sus necesidades pueden no verse materializadas en una demanda efectiva en el mercado, la demanda de las firmas privadas hacia los OPI puede no ser acorde a las necesidades de la mayoría (Ravjee, 2002).

En segundo lugar, tanto los OPI como las firmas en los países en desarrollo tienen características específicas y distintivas en comparación con sus contrapartes de los países desarrollados. Una fuerte base científica es un prerequisite para desarrollar procesos de *catching up*, tal como lo demuestra la experiencia histórica (Mazzoleni, 2008). Por ejemplo, Liefner y Schiller (2008) afirman que no existen, entre las instituciones académicas de los países en desarrollo, sinergias en términos de las tres misiones de enseñanza, investigación y extensión (incluyendo las interacciones OPI-I). Según estos autores, una de las características de estas instituciones es la fragmentación de sus múltiples funciones.

Aunque existe una larga tradición de investigaciones científicas de buena calidad en varios OPI latinoamericanos,¹ también existen evidencias de una fragmentación funcional entre las actividades de enseñanza, investigación y extensión. Asimismo, la PCT no ha sido consistente a lo largo del tiempo y, por consiguiente, el rol de desarrollo asignado a los OPI no ha contado con la continuidad necesaria.² En este contexto, la promoción de las interacciones OPI-firma, aunque intensificadas desde los años noventa, no formó parte de un plan integrado de la PCT, sino que fue el resultado de la implementación de políticas aisladas que generalmente buscaban beneficios económicos para los OPI con poco financiamiento.³

De forma similar, el dinamismo tecnológico promedio de las firmas en los países en desarrollo no puede compararse con el de firmas similares en los países desarrollados. Las interacciones OPI-I solo pueden ser efectivas si existe una demanda proactiva por parte de la industria (Mazzoleni y Nelson, 2007). Las capacidades de absorción de las firmas son necesarias para aprovechar al máximo las fuentes externas de conocimiento (Cohen y Levinthal, 1990) y para difundir el conocimiento de los OPI a otros actores en el sistema local (Giuliani y Arza, 2009).

La bibliografía sobre las interacciones OPI-I en América Latina frecuentemente afirma que una limitación importante para la amplia difusión de las interacciones es la falta de demanda de conocimiento tecnológico sofisticado por parte de la industria⁴ o, por lo menos, la escasa demanda de fuentes de conocimiento locales: las firmas extranjeras demandan tecnología de sus casas matrices y gran parte de las firmas locales prefieren importar tecnología (Velho, 2003). Asimismo, algunos autores observan que, dado que la estructura productiva de América Latina no es intensiva

1 Por ejemplo, tres científicos argentinos que trabajan en OPI de ese país ganaron el Premio Nobel de Ciencia y un graduado mexicano, de una universidad pública de México, ganó el Premio Nobel de Química a partir de investigaciones llevadas a cabo en el Massachusetts Institute of Technology, Estados Unidos.

2 Ver Dutrénit *et al.* (2010), López (2007) y Velho (2005). Sin embargo, la investigación de los OPI ha sido y es clave para una experiencia exitosa en algunos sectores en América Latina. Gutiérrez (1993) y León y Losada (2002) resaltan la importancia de la investigación de los OPI para la actualización tecnológica en el sector agrícola argentino. Suzigan y Albuquerque (2009) estudiaron la importancia de la investigación universitaria para el desarrollo de las industrias aeronáutica, siderúrgica y agrícola en Brasil.

3 Ver Arocena y Sutz (2001, 2005), Bernasconi (2005) y Llomovatte *et al.* (2006).

4 Ver Dagnino y Velho (1998), Moori-Koenig y Yoguel (1998), Sorondo (2004) y Vega-Jurado *et al.* (2007).

en conocimiento, se obtienen pocos beneficios de los OPI,⁵ y a su vez los OPI tienen menos oportunidades de actuación.

En resumen, la escasa bibliografía que estudia específicamente las interacciones OPI-I en los países en desarrollo en general y en América Latina en particular, apunta a la idiosincrasia de las firmas y los OPI y a las motivaciones para las interacciones OPI-I. Ninguno de estos factores puede asimilarse a aquellos de los países desarrollados. Esto justifica la necesidad de investigaciones más específicas en lo que respecta a las interacciones OPI-I y sus beneficios en los países en desarrollo. Este capítulo se propone, entonces, llenar ese vacío utilizando el caso de América Latina.

Las motivaciones, los canales de interacción y sus beneficios

Motivaciones de los actores para conectarse

Con el objetivo de esquematizar el análisis, clasificamos las diversas motivaciones para la interacción en dos grupos principales para cada actor: económicas e intelectuales para los OPI, y pasivas y proactivas para las firmas. Esta clasificación constituye el pilar principal de nuestro marco conceptual. Si bien una clasificación de las motivaciones para la interacción de dos por dos implica una simplificación de la realidad, creemos que se justifica para el caso de América Latina. De hecho, es común encontrar una dicotomía en las estrategias pasivas y activas de las firmas en la bibliografía sobre América Latina. Varios autores argumentan que las estrategias defensivas (pasivas) de las firmas⁶ pueden explicarse por la falta de confianza general en la sustentabilidad de cualquier coyuntura debido a la incertidumbre macroeconómica, lo cual necesita ser contrabalanceado con políticas diseñadas para premiar esquemas proactivos. De forma similar, para el caso de los investigadores, generalmente se argumenta que, en América Latina, los OPI (y especialmente las universidades) se han mantenido tradicionalmente desconectados del sector privado y usualmente opuestos a él. Sin embargo, se ha afirmado que la tendencia creciente de la interacción de los investigadores con las firmas se debe a presiones presupuestarias⁷ (más que a motivaciones intelectuales).

5 Ver Arocena y Sutz (2005) y Casas *et al.* (2000).

6 Ver Arza (2005), Cimoli y Katz (2003) y Katz (2004).

7 Ver Arocena y Sutz (2005), Bernasconi (2005) y Vega-Jurado *et al.* (2007).

Motivaciones de los OPI

Las interacciones entre los investigadores y las firmas pueden obedecer a las directivas institucionales de los OPI o pueden ser el resultado de las motivaciones propias de los investigadores.

Por un lado, pueden existir directivas institucionales para diversificar los recursos de financiamiento para infraestructura y personal de apoyo que promueven la interacción con la industria. También puede que los investigadores estén buscando algún complemento extra a sus ingresos personales (por ejemplo, motivación individual).⁸ Nos referiremos a estas motivaciones como las estrategias económicas de los OPI.

Por otro lado, las interacciones OPI-I pueden surgir de los objetivos de los OPI de mejorar la calidad de la investigación y la enseñanza mediante el aprendizaje en contextos específicos de aplicación o con tecnologías de producción que podrían ser usadas para investigaciones posteriores. Esta estrategia puede ser parte de una directiva institucional o responder a las ambiciones personales del investigador de producir investigaciones originales y de alta calidad.⁹ Dicho de otro modo, la interacción OPI-I puede consumir las estrategias intelectuales de los OPI (y de los investigadores), por ejemplo, al sugerir nuevas vías de exploración, al monitorear los últimos avances tecnológicos, al afrontar problemas desafiantes, etcétera.¹⁰

Motivaciones de las firmas

Con el objetivo de hacer frente a la aceleración del cambio tecnológico, las firmas innovadoras necesitan acceder al conocimiento producido por los OPI. Esto se debe a que, en muchas de las actividades productivas, el conocimiento científico es cada vez más importante para el *upgrade* tecnológico. Por lo tanto, para muchas firmas, las principales motivaciones para interactuar con los OPI son la necesidad de “identificar y explotar oportunidades tecnológicas externas y aplicadas en toda su extensión” (Bonaccorsi y Piccaluga, 1994: 232). En otras palabras, la estrategia puede ser diseñada para acceder al conocimiento científico con el objetivo de convertirse en una verdadera firma innovadora (por ejemplo, para ex-

⁸ Ver Azagra-Caro *et al.* (2006), Dasgupta y David (1994), Etzkowitz *et al.* (2005), López-Martínez *et al.* (1994), Nelson (2004), Perkmann y Walsh (2008) y Slaughter y Leslie (1997).

⁹ Ver Lee (2000) y Meyer-Krahmer y Schmoch (1998).

¹⁰ Ver López-Martínez *et al.* (1994) y Perkmann y Walsh (2008).

tender la frontera tecnológica). Por supuesto, una estrategia de este estilo demanda un alto nivel de compromiso cognitivo y comportamiento proactivo por parte de la firma, no solo para absorber el conocimiento generado externamente, sino también para contribuir a la creación del conocimiento tecnológico necesario para las actividades productivas. Nos referiremos a esta motivación de las firmas para interactuar con los OPI como una estrategia proactiva. En este caso, la interacción OPI-I es un componente clave de la estrategia de innovación de la firma que apunta principalmente a obtener y crear conocimiento actualizado, y usualmente tácito, para resolver cuellos de botella tecnológicos (Brostrom *et al.*, 2009).

Otras motivaciones para interactuar con los OPI incluyen la reducción de ciertos costos de desarrollo (por ejemplo, testeo y monitoreo) o costos operativos al sustituir innovación interna o actividades de producción con fuentes externas (por ejemplo, ganar acceso a los servicios de los OPI a tasas subsidiadas) (Bonaccorsi y Piccaluga, 1994). En este caso, el conocimiento recibido se encuentra altamente codificado y maduro y no requiere conocimientos sofisticados por parte de la firma, aunque existe un umbral mínimo para que el conocimiento de una fuente externa pueda ser absorbido. Por lo tanto, la interacción OPI-I no necesariamente va a ser un componente de una estrategia de innovación. Las firmas pueden verse más interesadas en resolver problemas de producción de corto plazo concretos y bastante sencillos que en pensar en el largo plazo. Nos referiremos a este tipo de motivación por parte de las firmas para interactuar con los OPI como una estrategia pasiva.

Beneficios de las interacciones OPI-I

Existe una gran cantidad de bibliografía sobre los diferentes tipos de beneficios que las firmas y los OPI pueden obtener a través de sus interacciones. En este artículo, se organizarán en cuatro grupos en línea con las motivaciones para vincularse, descritas en la sección anterior: beneficios intelectuales o económicos para los OPI y estrategias innovadoras o soluciones a problemas de producción de corto plazo para las firmas.

Beneficios intelectuales para los OPI

La investigación puede inspirarse en las aplicaciones industriales y el intercambio de conocimiento con la industria (Meyer-Krahmer y Schmoch, 1998), lo que aporta una nueva mirada a la agenda de investigación (Fritsch y Schwirten, 1999; Lee, 2000). Esto se aplica en particular a los campos de investigación ubicados en el “cuadrante de Pasteur” (Stokes, 1997), que avanzan a través de un desarrollo simultáneo de la investigación básica y aplicada (por ejemplo, ingenierías, biotecnología, metalúrgica, ciencias de la computación, etcétera). Tanto la calidad como la cantidad del conocimiento generado por los OPI pueden mejorarse como respuesta a las oportunidades generadas (o los problemas encarados) por las firmas innovadoras.

Algunos investigadores intentaron evaluar si los OPI se tornan más productivos en términos de creación de conocimiento (generalmente medido en función de las publicaciones) al interactuar con las firmas. La mayoría muestra que la colaboración está positivamente asociada con la productividad de la investigación.¹¹

Beneficios económicos para los OPI

En línea con las motivaciones, la literatura confirma que la obtención de fondos externos es uno de los beneficios importantes de la interacción OPI-I.¹² Existe también evidencia de que, al comercializar su investigación, los OPI aprenden a identificar la investigación más valiosa de todas sus invenciones (Owen-Smith y Powell, 2003) y, en consecuencia, se vuelven más eficientes a la hora de recaudar fondos privados (por ejemplo, se pone en marcha un mecanismo de retroalimentación).

¹¹ Ver Abramo *et al.* (2009), Gulbrandsen y Smeby (2005) y Ranga *et al.* (2003).

¹² Ver Geuna (2001), Lee (2000), Mendoza (2007), Meyer-Krahmer y Schmoch (1998) y Stephan y Everhart (1998).

Beneficios relacionados con las estrategias de innovación de largo plazo de las firmas

La industria se enfrenta a ciertos problemas que demandan una combinación de tecnologías imposible de desarrollar por una única firma, pero que pueden resolverse al explotar el stock de conocimiento de los OPI (Patel y Pavitt, 1995). Por lo tanto, las interacciones OPI-I contribuyen con las estrategias de innovación de las firmas, generando resultados innovadores. Además, el *upgrading* tecnológico de las firmas que se vinculan puede conducir a un desarrollo económico y social mayor debido al *spill-over* de conocimiento.¹³

Beneficios relacionados con las actividades de producción de corto plazo de las firmas

Los OPI amplían la capacidad de la industria de resolver problemas de producción reales. En primer lugar, las universidades capacitan graduados que posteriormente son empleados y contribuyen con la producción y las actividades de innovación del sector privado (Rosenberg y Nelson, 1994). Esto ocurre aunque los OPI no orienten estratégicamente sus programas de enseñanza hacia tópicos relevantes para la industria. A su vez, los OPI desarrollan nuevos instrumentos de laboratorio y metodologías analíticas que constituyen una contribución fundamental para la industria (Rosenberg, 1992). Por último, los OPI generan conocimiento relacionado con el contexto económico y social en el que las firmas producen y comercian, lo cual puede influir en el éxito definitivo de sus decisiones de producción (Fritsch y Schwirten, 1999).

Marco conceptual

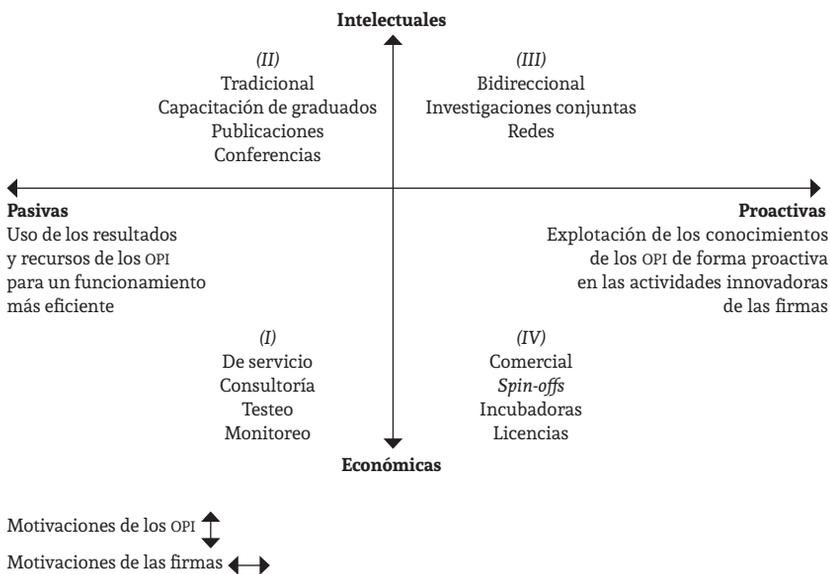
El marco analítico que se presenta en esta sección combina las motivaciones de las firmas y de los investigadores haciendo hincapié en los canales específicos de interacción que mejor funcionan para cada combinación de motivaciones. Además, dado que los beneficios son los que se asocian con las motivaciones iniciales que llevan a la interacción, se

¹³ Ver Etzkowitz y Klofsten (2005) y Etzkowitz y Leydesdorff (2000).

demostrará que cada canal de interacción genera una combinación de beneficios específicos predominante.

El gráfico 1 representa las motivaciones de las firmas y los OPI. El eje vertical muestra las estrategias de los OPI y el eje horizontal las estrategias de las firmas. Estas estrategias no son dicotómicas y deben interpretarse como un *continuum* entre dos extremos: en el extremo de los OPI se encuentran las estrategias intelectuales (por ejemplo, aprender en un contexto de aplicación) y las estrategias económicas (por ejemplo, acceder a nuevas formas de financiamiento); en los extremos de las firmas encontramos las estrategias proactivas y pasivas.¹⁴ Los canales se clasificaron en base a estos cuatro extremos, representados en los cuatro cuadrantes del gráfico 1.

Gráfico 1. Motivaciones y canales de interacción



El cuadrante (I) muestra las interacciones motivadas por las estrategias económicas de los OPI y las estrategias pasivas de las firmas. El resultado son interacciones que pueden asociarse con la provisión de servicios

¹⁴ Parte de este gráfico fue inspirado en Kruss (2005), quien organiza los imperativos de interacción de las firmas y los OPI en una matriz de cuatro por cuatro.

científicos y tecnológicos remunerados, donde el conocimiento fluye principalmente de los OPI a las firmas (por ejemplo, consultoría, uso de equipo para control de calidad, testeo y monitoreo, etcétera). Se trata generalmente de interacciones de corto plazo. Aunque es posible que exista cierto grado de interacción personal, gran parte del conocimiento transmitido es maduro y puede transferirse sin necesidad de colaboraciones cara a cara.

El cuadrante (II) se define por las estrategias intelectuales de los OPI y las estrategias pasivas de las firmas. Nos referimos a este cuadrante como el canal tradicional dado que se asemeja a las vías tradicionales mediante las cuales las firmas se benefician de las actividades de los OPI (por ejemplo, contratación de graduados, conferencias, publicaciones, etcétera). El conocimiento fluye principalmente de los OPI a las firmas, pero el contenido del conocimiento está definido por las funciones tradicionales de las instituciones académicas/de investigación. La interacción personal entre los individuos de diferentes instituciones no es necesaria en este caso.

El cuadrante (III) incluye las interacciones que se originan a partir de las estrategias intelectuales de los OPI y las estrategias proactivas de las firmas. En este caso, el flujo de conocimiento es bidireccional y las posibilidades de aprendizaje conjunto son elevadas. Este cuadrante incluye investigaciones conjuntas y proyectos de desarrollo, la participación en redes, parques científico-tecnológicos, etcétera. En general, la interacción personal es necesaria durante del período que dura el acuerdo de cooperación (usualmente, más de un año).

El cuadrante (IV) se define a partir de las estrategias económicas de los OPI y las estrategias proactivas de las firmas. Este es el canal comercial, donde la principal motivación de los OPI consiste en el deseo de comercializar sus resultados científicos. Ejemplos emblemáticos de este canal son los *spin-off* y las incubadoras. También se pueden incluir las licencias tecnológicas y los derechos exclusivos de las firmas sobre productos o procesos patentados, cuya invención se basa en las interacciones OPI-I. Usualmente, se requiere interacción personal en las primeras instancias de la relación cuando las partes deben acordar el tipo de conocimiento a comercializar. Además, la bibliografía argumenta que este canal es más efectivo cuando se establecen relaciones sistemáticas y directas entre los miembros de las instituciones.¹⁵

15 Ver Dahlstrand (1999).

La originalidad de este marco conceptual reside en el uso de las motivaciones como dimensiones relevantes a la hora de clasificar las interacciones OPI-I. Esto nos ayuda a relacionar los canales de interacción con los beneficios originados por las interacciones. La literatura destaca la existencia de varias formas de interacciones OPI-I (Bekkers y Freitas, 2008; D'Este y Patel, 2007). Las canales se clasificaron según el grado de formalidad de los acuerdos,¹⁶ el grado de articulación y comunicación personal entre los actores¹⁷ y el potencial relativo para canalizar novedad.¹⁸ También se argumenta que la frecuencia de uso de las diferentes formas de interacción es específica del sector, el campo y/o la tecnología.¹⁹ La literatura sobre los canales de las interacciones OPI-I analiza principalmente aquello que determina el uso de los diferentes canales²⁰ o identifica la variedad y la frecuencia de uso relativa de los diferentes canales por parte de ciertos actores específicos.²¹ Sin embargo, tiende a pasar por alto la relación entre los canales de interacción y los beneficios potenciales que éstos conllevan.²²

Al clasificar los canales según su motivación inicial, nos encontramos a un paso de relacionar canales y beneficios. La tabla 1 presenta las hipótesis sobre estas relaciones. Se afirma que diferentes canales priorizan ciertos tipos de beneficios sobre otros. Esto no implica que cada canal desencadene sólo uno/algunos tipos de beneficios: sino más bien que, *ceteris paribus*, cada canal contribuye predominantemente con ciertos tipos de beneficios para los actores, más explícitamente, aquellos que se corresponden con las motivaciones iniciales de interacción.

16 Ver Bonaccorsi y Piccaluga (1994), Eun (2009), Romero (2007), Schartinger *et al.* (2002) y Vedovello (1997, 1998).

17 Ver Fritsch y Schwirten (1999), Perkmann y Walsh (2007) y Santoro y Saporito (2003).

18 Ver Romero (2007) y Wright *et al.* (2008).

19 Ver Bekkers y Freitas (2008), Cohen *et al.* (2002), Meyer-Krahmer y Schmoch (1998) y Schartinger *et al.* (2002).

20 Ver Bekkers y Freitas (2008), Fukugawa (2005), Schartinger *et al.* (2002) y Vedovello (1997; 1998).

21 Ver Bekkers y Freitas (2008), Cockburn y Henderson (1998), Cohen *et al.* (2002) y D'Este y Patel (2007). En los países en desarrollo, en particular, la consultoría es generalmente considerada como la forma más común de interacción OPI-I. Véase Ojewale *et al.* (2001), Arocena y Sutz (2005), Kruss (2006) y Vega-Jurado *et al.* (2007), probablemente debido a la falta de demanda por parte de la industria y por presiones financieras que llevan a los OPI a buscar nuevas fuentes de financiamiento.

22 Existen excepciones, como estudios que tienen por objetivo evaluar la eficiencia relativa de los canales; por ejemplo, Wright *et al.* (2008), Adams *et al.* (2003) y Arvanitis *et al.* (2008), aunque no proponen ningún patrón sistemático de los tipos de canales como generadores de tipos de beneficio específicos.

Tabla 1. Principales beneficios esperados de los distintos canales de interacción OPI-I

Canales	Beneficios			
	OPI		Firmas	
	Intelectuales	Económicos	Corto plazo (producción)	Largo plazo (innovación)
De servicio		X	X	
Tradicional	X		X	
Bidireccional	X			X
Comercial		X		X

Por consiguiente, podría esperarse que los canales tradicional y bidireccional conlleven beneficios intelectuales para los OPI y que los canales de servicio y comercial conlleven beneficios económicos para los OPI. En el caso de las firmas, los canales bidireccional y comercial pueden ser la manera más efectiva de canalizar novedad y, de esa forma, facilitar el *upgrading* tecnológico. Estos canales involucran un nivel de articulación mayor que otros y promueven la trasmisión de conocimiento tácito (Perkmann y Walsh, 2007). El conocimiento tácito en general canaliza más novedad que el conocimiento explícito/codificado porque este último es menos costoso y, por lo tanto, se difunde ampliamente. Así, es de esperar que las interacciones OPI-I que utilicen estos canales contribuyan mejor a lograr resultados de innovación en las firmas.

Por el contrario, dado que los canales tradicional y de servicio generalmente involucran la difusión de conocimiento codificado y maduro, es menos probable que las interacciones que utilicen estos canales contribuyan a soluciones innovadoras pioneras. Sin embargo, pueden ser proveedores de conocimientos para mejoras marginales de procesos o productos.

Por último, se espera que las capacidades innovadoras de las firmas y las capacidades cognitivas de los investigadores medien en la relación entre los canales y los beneficios.

La literatura es muy clara en lo que respecta al rol positivo de las capacidades de las firmas para aumentar la efectividad de cualquier inte-

racción.²³ Las firmas necesitan un umbral mínimo de capacidades internas para poder absorber e integrar conocimiento externo (por ejemplo, conocimiento obtenido a partir de los canales tradicional y de servicio). Si se espera que las firmas sean proactivas en el proceso de creación de conocimiento (por ejemplo, si usan los canales bidireccional y comercial), es probable que el umbral sea más elevado.

Respecto de los OPI, el efecto de las capacidades cognitivas sobre los beneficios puede depender del canal de interacción. Como se indicó anteriormente, se observa que los investigadores que interactúan con los OPI son generalmente los más calificados o más productivos en términos de publicaciones. Los OPI de segundo grado o los investigadores con menores capacidades pueden también interactuar con la industria. Sin embargo, estas interacciones son generalmente de naturaleza diferente y buscan más que nada resolver problemas simples e inmediatos (Fukugawa, 2005; Mansfield y Lee, 1996). En este caso, las interacciones pueden apuntar a la difusión más que a la creación de conocimiento. De hecho, los investigadores con conocimientos menos sofisticados probablemente tengan pocas oportunidades y poco interés en emprender investigaciones creativas o poca habilidad para ello. Probablemente prefieran involucrarse en investigaciones menos ambiciosas, más orientadas a la resolución de problemas para la industria (D'Este y Patel, 2007) vía consultorías u otros servicios.

En resumen, las capacidades cognitivas son factores importantes que median en la efectividad de las interacciones OPI-I a través de los canales bidireccional (Fukugawa, 2005) y comercial (Lockett *et al.*, 2005; Wright *et al.*, 2008). En esos casos, la contribución hecha por el conocimiento es muy relevante para canalizar novedades que pueden resolver cuellos de botella tecnológicos. Sin embargo, también se pueden obtener beneficios con investigadores menos calificados que eligen usar los canales de servicio o tradicional.

²³ Ver Bonaccorsi y Piccaluga (1994), Hanel y St-Pierre (2006), Laursen y Salter (2004) y Vedovello (1998).

Extensión del marco conceptual para lograr recomendaciones de políticas más relevantes

Desde los años noventa, los gobiernos de varios países han intentado promover las relaciones entre los OPI y las firmas (Dasgupta y David, 1994; Etzkowitz *et al.*, 2005; Nelson, 2004; Slaughter y Leslie, 1997) con la expectativa de que interacciones fuertes y ampliamente difundidas fortalecerían la innovación en el SNI. En el caso de los países de América Latina, el ímpetu por apoyar estas relaciones fue acompañado por el imperativo de incrementar y diversificar las fuentes de financiamiento de los OPI, que se enfrentaban a importantes recortes presupuestarios (Arocena y Sutz, 2005).

Nuestro marco conceptual demuestra que las interacciones OPI-I pueden originar diferentes tipos de beneficios, dependiendo principalmente de los canales utilizados. La afirmación de que los beneficios de las interacciones no son necesariamente homogéneos sugiere la necesidad de apoyo más focalizado para canales específicos de interacción de acuerdo con los objetivos de la política. Argumentamos, entonces, que la relevancia de nuestro marco conceptual, si es validado por datos empíricos, es que busca contribuir con un diseño de políticas mejor y más informado, que optimice la promoción de las interacciones OPI-I.

Sin embargo, nuestro marco conceptual solo explora los beneficios privados que obtienen los OPI y las firmas, asumiendo que esos beneficios exceden los costos privados asociados con las interacciones, lo que explica que hayan decidido interactuar inicialmente. Sin embargo, algunos estudios recientes subrayan una serie de costos potenciales (por ejemplo, riesgos) involucrados en las interacciones OPI-I que pueden afectar la creación y difusión de conocimiento en el SNI como un todo (por ejemplo, riesgos sociales). Dado que las recomendaciones de políticas no pueden efectuarse sin haber analizado los riesgos sociales de las interacciones, necesitamos extender nuestro marco conceptual para explorar el alcance de esos riesgos asociados al uso específico de cada canal.

Esta sección discute la bibliografía que identifica los riesgos sociales relacionados con la intensificación de las interacciones OPI-I. Estos riesgos no necesariamente afectan de forma directa a los actores involucrados en las interacciones, pero pueden inducir efectos adversos en la calidad y la eficiencia de la producción y difusión de conocimiento en el SNI como un todo. Deben, por lo tanto, ser contemplados en cualquier análisis de políticas. Los clasificamos en cuatro grupos y concluimos esta sección

del capítulo con una discusión sobre si cada canal de interacción está o no asociado con tipos y niveles de riesgos específicos.

En primer lugar, se presenta la cuestión de la calidad de la investigación generada por las interacciones OPI-I. Encontramos dos riesgos: el riesgo de que los conflictos de intereses generen conductas poco éticas y el riesgo de que se desvíe la atención de investigaciones socialmente más útiles.

- La integridad y calidad de la enseñanza y la investigación se ven amenazadas cuando las interacciones crean conflictos de intereses entre estas actividades y las necesidades de los financistas. Se ha demostrado que, especialmente en el área de investigación clínica, las interacciones pueden inducir a los investigadores a esconder resultados de investigaciones que entren en conflicto con los intereses de los financistas privados.²⁴
- Las interacciones OPI-I involucran el riesgo de desviar la atención de ciertas líneas de investigación hacia aquellas en línea con las necesidades de quienes poseen poder de mercado (Parkinson y Langley, 2009). Esto implica que la investigación llevada a cabo por los OPI puede ser reorientada en direcciones que beneficien a las firmas conectadas (y quizás también a algunos consumidores y otras firmas interconectadas), pero que no necesariamente satisfagan las necesidades de la mayoría de la población.²⁵ Este es un riesgo específico que se da en contextos de alta desigualdad de ingresos, como es el caso de América Latina.

En segundo lugar, pueden existir costos de oportunidad cuando el tiempo dedicado a la interacción implica menos tiempo de enseñanza e investigación, o cuando la investigación que se deja de lado por un cambio de agenda resultante de las interacciones OPI-I podría tener un valor social más elevado que la investigación efectivamente realizada. La mayor parte de la bibliografía que trata sobre los costos de oportunidad en la investigación discuten si, al interactuar, los investigadores de los OPI reducen el tiempo dedicado a la investigación básica.²⁶ Sin embargo, los costos de

²⁴ Ver Blumenthal *et al.* (2006), Campbell y Blumenthal (1999) y Parkinson y Langley (2009).

²⁵ Ver Florida (1999), Godfrey (2005), Lee (1996) y Mollis y Marginson (2002).

²⁶ Ver Mansfield (1991, 1998).

oportunidad son, en mayor medida, una preocupación en relación con la formación de los estudiantes.²⁷ Se afirma que la calidad de la formación se ve reducida porque los estudiantes son impulsados a involucrarse en las interacciones OPI-I de sus grupos de investigación. Esto implica que se tornan menos autónomos, que tienen menos oportunidades de explorar sus propias líneas de investigación y que corren el riesgo de especializarse demasiado rápido: todo esto debilita la calidad y la independencia de la investigación en las generaciones futuras. Esta preocupación se torna particularmente relevante cuando las interacciones son motivadas por las restricciones presupuestarias de los OPI, lo cual, nuevamente, se aplica con frecuencia al caso de los OPI de América Latina.

En tercer lugar, existe el riesgo de privatización de los resultados de la investigación pública. En sus interacciones con la industria, los OPI generan resultados de investigaciones útiles para continuar con investigaciones subsiguientes. Nelson (2004) argumenta que el conocimiento fundamental de la ciencia, aún en campos de investigación de aplicación semiinmediata, debe permanecer abierto al uso público. Existe evidencia de que las firmas demandan derechos exclusivos en forma de patentes o discreción cuando interactúan con los OPI (por ejemplo, Godfrey, 2005). Por ejemplo, Blumenthal *et al.* (1996) afirman que los socios industriales son más propensos a imponer discreción a las universidades en comparación con otros socios. Las asimetrías de poder, que amplifican los riesgos de privatización, frecuentemente se presentan en los países en desarrollo, en especial en lo que respecta a los reclamos de derechos de propiedad intelectual si, en las interacciones, se encuentran involucradas grandes corporaciones y/o multinacionales.

En cuarto lugar, encontramos la cuestión de las responsabilidades de los OPI. Cuando los OPI deciden de forma autónoma las agendas de investigación, existe el riesgo de no cumplir con sus obligaciones hacia los financistas (tanto del gobierno como del sector privado), lo que podría derivar en actividades de investigación pública socialmente inútiles. Es más, en las interacciones OPI-I, los investigadores pueden apropiarse de los resultados científicos y empezar su propio negocio o pueden actuar como *brokers* difundiendo información a los competidores de las firmas asociadas, creando conflictos con los financistas privados. Sin embargo, más allá del comportamiento poco ético, existen también incertidumbres reales en el proceso de creación de conocimiento que promueven

27 Ver Blumenthal (1996), Campbell y Slaughter (1999) y Slaughter *et al.* (2002).

conflictos en la distribución de responsabilidades y tareas (Bonaccorsi y Piccaluga, 1994).

Especulaciones sobre las relaciones entre canales y riesgos

A continuación analizamos los cuatro canales de interacción reflexionando críticamente sobre la intensidad de los diferentes riesgos (resumidos en la tabla 2).

Tabla 2. Intensidad esperada de los riesgos para el SNI como un todo, según los diferentes canales

Canales	Riesgos			
	Baja calidad (conflicto de intereses)	Costos de oportunidad	Privatización de la investigación pública	Incumplimiento de obligaciones de las actividades de los OPI
De servicio	Medio	Alto	Medio	Bajo
Tradicional	Bajo	Bajo	Bajo	Alto
Bidireccional	Medio	Bajo	Alto	Medio
Comercial	Alto	Medio	Alto	Bajo

- Canal de servicio:* En primer lugar, dado que este canal involucra la difusión más que la creación de conocimiento, y bajo el supuesto de que las capacidades cognitivas de los investigadores son fuertes, los OPI que utilicen este canal de forma intensiva pueden estar sujetos a costos de oportunidad elevados (por ejemplo, pueden existir cuestiones socialmente más útiles en las que invertir el tiempo de los investigadores). En segundo lugar, como la mayor parte del conocimiento que se transmite a través de este canal es maduro, existe un menor riesgo de que el conocimiento producido públicamente se privatice. También hay menos riesgo de que surjan conflictos de intereses, aunque pueden ocurrir, en especial si los fondos privados obtenidos a través de este canal representan una gran proporción del presupuesto del OPI.

- *Canal tradicional*: Este canal no necesariamente requiere interacciones personales con la industria e involucra actividades de investigación que generalmente siguen la agenda propia de los investigadores/OPI. Por consiguiente, aunque este canal no supone ninguno de los tres riesgos descritos anteriormente, existe un alto riesgo de posible incumplimiento de las obligaciones en la investigación del OPI.
- *Canal bidireccional*: El conocimiento fluye en las dos direcciones a través de este canal, y se supone que los resultados del conocimiento son creados en base a las contribuciones de todos los actores. En un contexto de asimetría de poder, esto constituye un alto riesgo de privatización de la investigación pública. Sin embargo, se podrían esperar costos de oportunidad bajos dado que los investigadores siguen sus propias motivaciones intelectuales. Suponiendo que la comunicación entre los actores es frecuente y permanente, esto parece presentar solo un riesgo medio de posible incumplimiento de las obligaciones por parte del OPI y de conflicto de intereses.
- *Canal comercial*: Este es el canal que la bibliografía identifica en mayor medida como riesgoso (en especial, en relación con los *start-ups* y *spin-off*).²⁸ Involucra claramente altos riesgos de conflictos de intereses, comportamientos poco éticos y privatización del conocimiento públicamente creado. Dado que las interacciones a través de este canal requieren usualmente pocas interacciones personales, en especial al principio de la relación, los costos de oportunidad no suelen ser altos, pero esta situación puede cambiar si se usa el tiempo de los investigadores para apoyar a las firmas de reciente creación.

Conclusión

En las interacciones OPI-I, encontramos beneficios y riesgos involucrados. Cuanto mejor se equilibren, más efectiva será la interacción en términos de *upgrade* del SNI. Este capítulo propone un marco conceptual que asocia las motivaciones de los actores para interactuar con los canales de interacción. Las principales hipótesis que se derivan de este marco vinculan los canales con los beneficios y pueden resumirse de la siguiente manera:

28 Ver Florida (1999) y Lee (1996).

- H1: Las interacciones OPI-I a través del canal *de servicio* producen principalmente beneficios económicos para los OPI y contribuye con las actividades de producción de corto plazo de las firmas.
- H2: Las interacciones OPI-I a través del canal *tradicional* producen principalmente beneficios intelectuales para los OPI y contribuye con las actividades de producción de corto plazo de las firmas.
- H3: Las interacciones OPI-I a través del canal *bidireccional* producen principalmente beneficios intelectuales para los OPI y contribuye con las estrategias de innovación de largo plazo de las firmas.
- H4: Las interacciones OPI-I a través del canal *comercial* producen principalmente beneficios económicos para los OPI y contribuye con las estrategias de innovación de largo plazo de las firmas.

También hemos discutido cómo las capacidades cognitivas e innovadoras pueden actuar como factores que median en la relación entre canales y beneficios. Podemos sugerir que, cuanto mayores sean las capacidades innovadoras de las firmas, mayor será la efectividad de todos los canales. Según nuestro punto de vista, se requiere de las capacidades cognitivas de los investigadores para lograr beneficios intelectuales más efectivos, en especial para el canal bidireccional, pero también para obtener beneficios económicos en el canal comercial.

La sección final de este capítulo propone una versión extendida del marco conceptual, que explora hasta dónde las interacciones OPI-I pueden crear riesgos sociales para el SNI como un todo. Esta discusión es particularmente relevante para los hacedores de políticas. Aunque especulamos con las relaciones entre los canales y el tipo y la intensidad de los riesgos y argumentamos que el canal comercial es el que genera riesgos sociales más elevados, se necesita una mayor investigación empírica para derivar hipótesis específicas, metodologías y validaciones empíricas de la relación entre canales y riesgos.

A continuación, se remarcan ciertos desafíos de política relacionados con el hecho de aprovechar el potencial de las interacciones OPI-I sin absorber todo el riesgo. En primer lugar, las interacciones OPI-I deberían ser apoyadas y reguladas selectivamente. Argumentamos que los diferentes canales de interacciones conllevan beneficios y riesgos específicos y afirmamos que las capacidades cognitivas específicas de los actores median

estas relaciones. Entonces, los hacedores de políticas deberían analizar las condiciones iniciales de los actores involucrados en la interacción, evaluar los tipos de beneficios a los cuales apuntar y los riesgos a evitar, y seleccionar las herramientas para hacer políticas que apoyen canales específicos de interacción bajo condiciones diferentes.

En segundo lugar, vale la pena considerar una división del trabajo en lo que respecta a las actividades de la interacción OPI-I para reducir los costos de oportunidad de esta interacción, en especial en términos de servicios. En lugar de universidades o institutos de investigación de primera línea, instituciones de soporte públicas especialmente diseñadas podrían tomar la responsabilidad de difundir conocimiento maduro a través del canal de servicio a todos los tipos de firmas, incluso a aquellas con capacidades de innovación débiles. Estos nuevos institutos podrían ser los responsables de la difusión de los resultados de la investigación tradicional de los OPI, de la promoción de pasantías para estudiantes, del manejo de los intercambios de personal, etcétera.

En tercer lugar, dado que la demanda de mercado dirige las interacciones OPI-I tradicionales, lo que no necesariamente está en línea con las necesidades de la mayoría de población, se deberían crear mecanismos de recompensas para promover la investigación que apunte a resolver problemas sociales (salud, vivienda, medio ambiente) con poco potencial comercial.

Por último, existe una necesidad urgente de limitar el riesgo de privatización del conocimiento, y evitar la “tragedia de los recursos científicos comunes” (Nelson, 2004) que podría ocurrir si los actores, al buscar la maximización de sus propios beneficios, ponen en peligro la difusión amplia del conocimiento (creado públicamente). Este riesgo es mayor para los canales comercial y bidireccional y es particularmente relevante en los países en desarrollo donde las firmas de mayor tamaño tienen más fácil acceso a los mecanismos de derechos de propiedad intelectual que muchos OPI.

Apéndice: Metodología propuesta para la validación empírica del marco conceptual

Con el objetivo de identificar los determinantes de los beneficios, planteamos dos sets de ecuaciones: uno para los investigadores y otro para las firmas.

Modelos

Investigadores $d_{-V} = RV_i\beta + \mu_i$ (1a)

$$IB_i = Ch_i\alpha + R_i\delta + \varepsilon_i$$
 (1b)

$$d_{-V} = RV_i\beta + \mu_i$$
 (1c)

$$EB_i = Ch_i\alpha + R_i\delta + \varepsilon_i$$
 (1d)

Firmas $d_{-V} = FV_i\beta + \mu_i$ (2a)

$$PB_i = Ch_i\alpha + F_i\delta + \varepsilon_i$$
 (2b)

$$d_{-V} = FV_i\beta + \mu_i$$
 (2c)

$$InB_i = Ch_i\alpha + F_i\delta + \varepsilon_i$$
 (2d)

El marco conceptual sugiere que los diferentes canales de interacción (Ch_i) tienen el potencial de generar diferentes tipos de beneficios, tanto para los investigadores –beneficio intelectual (IB_i) y beneficio económico (EB_i)– como para las firmas –beneficio relacionado con las actividades productivas (PB_i) y con las actividades de innovación (InB_i)– (ver las ecuaciones (1b), (1d), (2b) y (2d), respectivamente). Es más, existen otros rasgos de los investigadores y las firmas (R_i y F_i respectivamente) que pueden afectar sus beneficios, los cuales son incluidos como variables de control en las ecuaciones. Estas variables de control están influenciadas por la bibliografía.

Los beneficios, modelados en las ecuaciones (1b), (1d), (2b) y (2d), pueden medirse solo para los investigadores y las firmas que realmente interactúan. Estos investigadores y estas firmas pueden contar con características especiales (que promuevan la interacción en primer lugar). Para lidiar con el potencial sesgo de selección, sugerimos el uso del modelo de Heckman en dos etapas. Para la etapa de selección de cada modelo de Heckman –ecuaciones (1a), (1c), (2a) y (2c)–, la variable dependiente (d_{-V_i}) es una variable *dummy*, igual a uno cuando la firma o el investigador está conectado. Los vectores de las variables independientes en estas ecuaciones son las características de los investigadores (RV_i) y las firmas (FV_i), que afectan su probabilidad de interacción, y también se encuentran influenciadas por la bibliografía.

Dado que la etapa de selección del Heckman calcula la inversa del ratio de Mills que corrige el sesgo de selección, debemos en primer lugar identificar el mejor modelo de selección posible. Se deberán contrastar diferentes especificaciones de modelos probit evaluando la calidad de ajuste de los modelos (por ejemplo, usar el criterio de información bayesiano).

Bibliografía

- Abramo, G.; D'Angelo, C. A.; Di Costa, F. y Solazzi, M. (2009). "University-Industry Collaboration in Italy: a Bibliometric Examination". *Technovation*, 29(6/7), pp. 498-507.
- Adams, J. D.; Chiang, E. P. y Jensen, J. L. (2003). "The Influence of Federal Laboratory R&D on Industrial Research". *Review of Economics and Statistics*, 85(4), pp. 1003-1320.
- Arocena, R. y Sutz, J. (2001). "Changing Knowledge Production and Latin American Universities". *Research Policy*, 30(8), pp. 1221-1234.
- (2005). "Latin American Universities: from an Original Revolution to an Uncertain Transition". *Higher Education*, 50(4), pp. 573-792.
- Arvanitis, S.; Sydow, N. y Woerter, M. (2008). Is There Any Impact of University-Industry Knowledge Transfer on Innovation and Productivity? An Empirical Analysis Based on Swiss Firm Data. *Review of Industrial Organization*, 32(2), pp. 77-94.
- Arza, V. (2005). "Technological Performance, Economic Performance and Behaviour: A Study of Argentinean Firms During The 1990s". *Innovation: Management, Policy and Practice*, 7(2/3), pp. 131-151.
- Azagra-Caro, J. M.; Archontakis, F.; Gutiérrez-Gracia, A. y Fernández-de-Lucio, I. (2006). "Faculty Support for the Objectives of University-Industry Relations Versus Degree of R&D Cooperation: The Importance of Regional Absorptive Capacity". *Research Policy*, 35(1), pp. 37-55.
- Bekkers, R. y Freitas, I. M. B. (2008). "Analysing Knowledge Transfer Channels between Universities and Industry: To What Degree Do Sectors Also Matter?". *Research Policy*, 37(10), pp. 1837-1853.
- Bernasconi, A. (2005). "University Entrepreneurship in a Developing Country: the Case of the P. Universidad Católica De Chile, 1985-2000". *Higher Education*, 50(2), 247-274.
- Blumenthal, D. (1996). "Ethics Issues in Academic-Industry Relationships in the Life Sciences: The Continuing Debate". *Academic Medicine*, 71(12), pp. 1291-1296.
- Blumenthal, D.; Campbell, E. G.; Causino, N. y Louis, K. S. (1996). "Participation of Life-Science Faculty in Research Relationships with Industry". *New England Journal of Medicine*, 335(23), pp. 1734-1739.

- Blumenthal, D.; Campbell, E. G.; Gokhale, M.; Yucel, R.; Clarridge, B.; Hilgartner, S. y Holtzman, N. A. (2006). "Data Withholding in Genetics and the Other Life Sciences: Prevalences and Predictors". *Academic Medicine*, 81(2), 137-145.
- Bonaccorsi, A. y Piccaluga, A. (1994). "A Theoretical Framework for the Evaluation of University-Industry Relationships". *ReD Management*, 24(3), pp. 229-247.
- Brostrom, A.; McKelvey, M. y Sandstrom, C. (2009). "Investing in Localized Relationships with Universities: What Are the Benefits for R&D Subsidiaries of Multinational Enterprises?". *Industry and Innovation*, 16(1), pp. 59-78.
- Campbell, E. G. y Blumenthal, D. (1999). "Perils of University-Industry Collaboration". *Issues in Science and Technology*, 16(1).
- Campbell, T. I. D. y Slaughter, S. (1999). "Faculty and Administrators' Attitudes Toward Potential Conflicts of Interest, Commitment, and Equity in University-Industry Relationships". *Journal of Higher Education*, 70(3), pp. 309-352.
- Casas, R.; De Gortari, R. y Luna, M. (2000). "University, knowledge production and collaborative patterns with industry". En Cimoli, M. (comp.), *Developing Innovation Systems: Mexico in a Global Context*. Londres: Continuum.
- Cimoli, M. y Katz, J. (2003). "Structural Reforms, Technological Gaps and Economic Development: A Latin American Perspective". *Industrial and Corporate Change*, 12(2), pp. 387-411.
- Cockburn, I. M. y Henderson, R. M. (1998). "Absorptive Capacity, Coauthoring Behavior, and the Organization of Research in Drug Discovery". *Journal of Industrial Economics*, 46(2), pp. 157-182.
- Cohen, W. M. y Levinthal, D. A. (1990). "Absorptive-Capacity: a New Perspective on Learning and Innovation". *Administrative Science Quarterly*, 35(1), pp. 128-152.
- Cohen, W. M.; Nelson, R. R. y Walsh, J. P. (2002). "Links and Impacts: the Influence of Public Research on Industrial R&D". *Management Science*, 48(1), pp. 1-23.

- D'Este, P. y Patel, P. (2007). "University-Industry Linkages in the UK: What Are the Factors Underlying the Variety of Interactions with Industry?". *Research Policy*, 36(9), pp. 1295-1313.
- Dagnino, R. y Velho, L. (1998). "University-Industry-Government Relations on the Periphery. The University of Campinas, Brazil". *Minerva*, 36(3), pp. 229-251.
- Dahlstrand, A. L. (1999). "Technology-Based SMEs in the Goteborg Region: their Origin and Interaction with Universities and Large Firms". *Regional Studies*, 33(4), pp. 379-389.
- Dasgupta, P. y David, P. (1994). "Toward a New Economics of Science". *Research Policy*, 23(5), pp. 487-521.
- Dutrénit, G.; Capdevielle, M.; Corona Alcantar, J. M.; Puchet Anyul, M.; Santiago, F. y Vera-Cruz, A. O. (2010). *El sistema nacional de innovación mexicano: estructuras, políticas, desempeño y desafíos*. México: Universidad Autónoma Metropolitana/Textual.
- Etzkowitz, H.; De Mello, J. M. C. y Almeida, M. (2005). "Towards 'Meta-Innovation' in Brazil: The Evolution of the Incubator and the Emergence of a Triple Helix". *Research Policy*, 34(4), pp. 411-424.
- Etzkowitz, H. y Klofsten, M. (2005). "The Innovating Region: Toward a Theory of Knowledge-Based Regional Development". *R&D Management*, 35(3), pp. 243-255.
- Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (2000). "The Dynamics of Innovation: from National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations". *Research Policy*, 29(2), pp. 109-123.
- Eun, J.-H. (2009). "China's Horizontal University-Industry Linkage: Where from and Where to". *Seoul Journal of Economics*, 22(4), 445-466.
- Florida, R. (1999). "The Role of the University: Leveraging Talent, not Technology". *Issues in Science and Technology*, 15(4), pp. 67-73.
- Fritsch, M. y Schwirten, C. (1999). "Enterprise-University Cooperation and the Role of Public Research Institutions in Regional Innovation Systems". *Industry and Innovation*, 6(1), pp. 69-83.
- Fukugawa, N. (2005). "Characteristics of Knowledge Interactions between Universities and Small Firms in Japan". *International Small Business Journal*, 23(4), pp. 379-401.

- Geuna, A. (2001). "The Changing Rationale for European University Research Funding: Are There Negative Unintended Consequences?". *Journal of Economic Issues*, 35(3), pp. 607-632.
- Giuliani, E. y Arza, V. (2009). "What Drives the Formation of 'Valuable' University-Industry Linkages? An Under-explored Question in a Hot Policy Debate". *Research Policy*, 38(6), pp. 906-921.
- Godfrey, S. (2005). "Power and Knowledge: The Role of Industry Partners in Knowledge-Intensive Networks in New Materials Technology". *Industry and Higher Education*, 19(2), pp. 189-197.
- Gulbrandsen, M. y Smeby, J. C. (2005). "Industry Funding and University Professors' Research Performance". *Research Policy*, 34(6), pp. 932-950.
- Gutiérrez, M. (1993). "Políticas en genética vegetal". En Barsky, O. (comp.), *El desarrollo agropecuario pampeano*. Buenos Aires: INDEC, INTA, IICA, Grupo Editor Latinoamericano.
- Hanel, P. y St-Pierre, M. (2006). "Industry-University Collaboration by Canadian Manufacturing Firms". *Journal of Technology Transfer*, 31(4), pp. 485-499.
- Katz, J. (2004). "Market-oriented Reforms, Globalization and the Recent Transformation of Latin American Innovation Systems". *Oxford Development Studies*, 32(3), pp. 375-387.
- Kruss, G. (2005). "Harnessing Innovation Potential? Institutional Approaches to Industry-Higher Education Research Partnerships in South Africa". *Industry and Higher Education*, 19(2), pp. 131-142.
- (2006). Working Partnerships: the Challenge of Creating Mutual Benefit for Academics and Industry. *Perspectives in Education*, 24(3), pp. 1-13.
- (comp.) (2009). *Universities and Development in Sub-Saharan Africa. Comparing University-Firm Interaction in Nigeria, Uganda and South Africa. Report for IDRC Project Number: 103470-009*. Cape Town, South Africa: Human Sciences Research Council.
- Laursen, K. y Salter, A. (2004). "Searching High and Low: What Types of Firms Use Universities as a Source of Innovation?" *Research Policy*, 33(8), pp. 1201-1215.

- Lee, Y. S. (1996). "‘Technology Transfer’ and the Research University: a Search for the Boundaries of University-Industry Collaboration". *Research Policy*, 25(6), pp. 843-863.
- (2000). "The Sustainability of University-Industry Research Collaboration: an Empirical Assessment". *Journal of Technology Transfer*, 25(2), pp. 111-133.
- León, C. y Losada, F. (2002). "Ciencia y tecnología agropecuarias antes de la creación del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)". *Revista Interdisciplinaria de Estudios Agrarios*, 16, pp. 35-90.
- Liefner, I. y Schiller, D. (2008). "Academic Capabilities in Developing Countries – A Conceptual Framework with Empirical Illustrations from Thailand". *Research Policy*, 37(2), pp. 276-293.
- Llomovatte, S.; Juarros, F.; Naidorf, J. y Guelman, A. (2006). *La vinculación universidad-empresa: miradas críticas desde la universidad pública*. Buenos Aires: Miño y Dávila.
- Lockett, A.; Siegel, D.; Wright, M. y Ensley, M. D. (2005). "The Creation of Spin-off Firms at Public Research Institutions: Managerial and Policy Implications". *Research Policy*, 34(7), pp. 981-993.
- López, A. (2007). *Desarrollo económico y sistema nacional de innovación: el caso argentino desde 1860 hasta 2001*. Buenos Aires: Consejo Profesional de Ciencias Económicas.
- López-Martínez, R. E.; Medellín, E.; Scanlon, A. P. y Solleiro, J. L. (1994). "Motivations and Obstacles to University-Industry Cooperation (UIC): a Mexican Case". *R&D Management*, 24(1), pp. 17-31.
- Mansfield, E. (1991). "Academic Research and Industrial Innovation". *Research Policy*, 20(1), pp. 1-12.
- (1998). "Academic Research and Industrial Innovation: an Update of Empirical Findings". *Research Policy*, 26(7/8), pp. 773-776.
- Mansfield, E. y Lee, J. Y. (1996). "The Modern University: Contributor to Industrial Innovation and Recipient of Industrial R&D Support". *Research Policy*, 25(7), pp. 1047-1058.
- Mazzoleni, R. (2008). "Catching up and Academic Institutions: a Comparative Study of Past National Experiences". *Journal of Development Studies*, 44(5), pp. 678-700.

- Mazzoleni, R. y Nelson, R. R. (2007). "Public Research Institutions and Economic Catch-up". *Research Policy*, 36(10), pp. 1512-1528.
- Mendoza, P. (2007). "Academic Capitalism and Doctoral Student Socialization: a Case Study". *Journal of Higher Education*, 78(1), pp. 71-96.
- Meyer-Krahmer, F. y Schmoch, U. (1998). "Science-based Technologies: University-Industry Interactions in Four Fields". *Research Policy*, 27(8), pp. 835-851.
- Mollis, M. y Marginson, S. (2002). "The Assessment of Universities in Argentina and Australia: between Autonomy and Heteronomy". *Higher Education*, 43(3), pp. 311-330.
- Moori-Koenig, V. y Yoguel, G. (1998). "El desarrollo de capacidades innovativas de las firmas en un medio de escaso desarrollo del sistema local de innovación". *Working Paper* n° 9, pp 1-36. Instituto de Industria, Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Nelson, R. R. (2004). "The Market Economy, and the Scientific Commons". *Research Policy*, 33(3), pp. 455-471.
- Ojewale, B. A.; Ilori, M. O.; Oyebisi, T. O. y Akinwumi, I. O. (2001). "Industry-Academic Relation: Utilization of Idle Capacities in Polytechnics, Universities and Research Organizations by Entrepreneurs in Nigeria". *Technovation*, 21(10), pp. 695-704.
- Owen-Smith, J. y Powell, W. W. (2003). "The Expanding Role of University Patenting in the Life Sciences: Assessing the Importance of Experience and Connectivity". *Research Policy*, 32(9), pp. 1695-1711.
- Parkinson, S. y Langley, C. (2009). "Stop the Sell-Out!". *New Scientist*, 204(2733), pp. 32-33.
- Patel, P. y Pavitt, K. (1995). "The Nature and Economic Importance of National Innovation Systems". *STI Review* n° 14, pp. 9-32.
- Perkmann, M. y Walsh, K. (2007). "University-Industry Relationships and Open Innovation: towards a Research Agenda". *International Journal of Management Reviews*, 9(4), pp. 259-280.
- (2008). "Engaging the Scholar: Three Types of Academic Consulting and their Impact on Universities and Industry". *Research Policy*, 37(10), pp. 1884-1891.
- Ranga, L. M.; Debackere, K. y Von Tunzelmann, N. (2003). "Entrepreneurial Universities and the Dynamics of Academic Knowledge Produc-

- tion: a Case Study of Basic vs. Applied Research in Belgium”. *Scientometrics*, 58(2), pp. 301-320.
- Ravjee, N. (2002). “Neither Ivory Towers nor Corporate Universities: Moving Public Universities beyond the ‘Mode 2’ Logic”. *South African Journal of Higher Education*, 16(3), pp. 82-88.
- Romero, F. (2007). “University-Industry Relations and Technological Convergence”. En *Proceedings of Conference of the Portland International Center for Management of Engineering and Technology (PICMET 2007)*, pp 233–240. Oregón, Estados Unidos, 5-9 de agosto de 2007.
- Rosenberg, N. (1992). “Scientific Instrumentation and University Research”. *Research Policy*, 21(4), pp. 381-390.
- Rosenberg, N. y Nelson, R. R. (1994). “American Universities and Technical Advance”. *Research Policy*, 23(3), pp. 323-348.
- Santoro, M. D. y Saporito, P. A. (2003). “The Firms Trust in its University Partner as a Key Mediator in Advancing Knowledge and New Technologies”. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 50(3), pp. 362-373.
- Schartinger, D.; Rammer, C.; Fischer, M. M. y Frohlich, J. (2002). “Knowledge Interactions between Universities and Industry in Austria: Sectoral Patterns and Determinants”. *Research Policy*, 31(3), pp. 303-328.
- Slaughter, S.; Campbell, T.; Holleman, M. y Morgan, E. (2002). “The ‘Traffic’ in Graduate Students: Graduate Students as Tokens of Exchange between Academy and Industry”. *Science, Technology, & Human Values*, 27(2), pp. 282-313.
- Slaughter, S. y Leslie, L. (1997). *Academic Capitalism: Politics, Policies and the Entrepreneurial University*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Sorondo, Á. (2004). “La cooperación empresa-universidad con fines de innovación: una revisión de la literatura sobre el marco general y sobre la situación en Uruguay”. *Revista de la Facultad de Ciencias Empresariales*, 2(3), pp. 1-30.

- Stephan, P. E. y Everhart, S. (1998). "The Changing Rewards to Science: the Case of Biotechnology". *Small Business Economics*, 10(2), pp. 141-151.
- Stokes, D. E. (1997). *Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation*. Washington: Brookings Institution Press.
- Suzigan, W. y Albuquerque, E. (2009). "The Underestimated Role of Universities for Development: Notes on Historical Roots of Brazilian System of Innovation". Trabajo presentado en el XVth World Economic History Congress, 3-7 de agosto 2009, Utrecht, Holanda.
- Vedovello, C. (1997). "Science Parks and University-industry Interaction: Geographical Proximity between the Agents as a Driving Force". *Technovation*, 17(9), pp. 491-502.
- (1998). "Firms' R&D Activity and Intensity and the University-Enterprise Partnerships". *Technological Forecasting and Social Change*, 58(3), pp. 215-226.
- Vega-Jurado, J.; Fernández de Lucio, I. y Huanca-López, R. (2007). "La relación universidad-empresa en América Latina: ¿apropiación incorrecta de modelos foráneos?". *Journal of Technology Management & Innovation*, 2(3), pp. 97-109.
- Velho, L. (2003). "Research for Development in the South: Regional Report for Latin America and the Caribbean". Trabajo encargado por IDRC, DPCT/IG/UNICAM (Brasil), UNU/INTECH, (Maastricht) e IDRC (Ottawa).
- (2005). "S&T Institutions in Latin America and the Caribbean: an Overview". *Science and Public Policy*, 32(2), pp. 95-108.
- Wright, M.; Clarysse, B.; Lockett, A. y Knockaert, M. (2008). "Midrange Universities' Linkages with Industry: Knowledge Types and the Role of Intermediaries". *Research Policy*, 37(8), pp. 1205-1223.

Capítulo 14

El desarrollo reciente de una geografía económica evolucionista: características de su emergencia y breve aplicación al análisis de la geografía económica de América Latina

José A. Borello

Introducción¹

Una búsqueda en el Google académico de las palabras, entre comillas, “evolutionary economic geography” nos arroja 5.200 registros.² Si restringimos la búsqueda a aquellos registros que incluyen estas tres palabras seguidas en su título nos permite identificar 239 contribuciones. Si usamos el mismo sitio para buscar las mismas palabras entre comillas, pero en castellano, o sea “geografía económica evolucionista”, nos arroja solamente 31 registros. Este resultado nos muestra que si bien la idea de una geografía económica evolucionista es relativamente reciente la búsqueda de trabajos en inglés nos arroja un número de citas nada despreciable, lo que no es así para el caso de trabajos en castellano.

De esto se desprende una primera intención de este capítulo: hacer conocer entre diversos científicos sociales no solo el segmento de interés

¹ Agradezco los minuciosos y atinados comentarios de Verónica Robert a la primera versión de este trabajo.

² Solo para tener una idea acerca de lo que significa esto, la búsqueda en este mismo sitio de “regional economics” devuelve 89.100 resultados y la de “economic geography” 573.000 registros.

de la geografía económica evolucionista sino el campo más amplio de la geografía económica, sus alcances y potencialidades. Pero este capítulo tiene, también, un segundo propósito, que es contribuir a mostrar las relaciones entre la geografía económica y la economía evolucionista, relaciones que se dan a través de la geografía económica evolucionista.

Para ello, en este capítulo nos proponemos trazar un bosquejo de los inicios de este nuevo campo dentro de la geografía económica (primera sección), describir sus relaciones con la economía evolucionista y sus posibles contribuciones a ella (segunda sección) y hacer un balance de las potencialidades de este campo de análisis para el avance del conocimiento acerca de algunos aspectos de la geografía económica de América Latina y especialmente de sus tres países más grandes, Brasil, México y Argentina (tercera sección).

A pesar de que el campo de la geografía económica evolucionista es un área de trabajo muy incipiente, su crecimiento reciente ha sido vertiginoso. Por tal motivo, nuestro análisis del potencial y de las limitaciones del enfoque para mejorar el conocimiento que existe de la geografía económica de América Latina se circunscribirá a ciertos aspectos centrales asociados con las siguientes cuestiones: i) el desarrollo territorial desigual, ii) la transformación de la geografía urbana y iii) el surgimiento de regiones y zonas con una densa composición de pymes y fertilidad territorial.

Debe aclararse que este texto se refiere, sobre todo, a la geografía económica anglosajona. Si bien la producción académica de ese origen constituye gran parte de la producción académica mundial total, ha habido también una producción académica en geografía económica escrita en las principales lenguas europeas y editada no solo en Europa sino también, en América Latina, África, Asia y Oceanía. De la producción en otras lenguas, en especial las asiáticas, nada sabemos, y ni qué decir de las lenguas de Medio Oriente. De la producción latinoamericana en geografía económica, que es la más cercana y la que conocemos mejor, no parece haberse escrito todavía una reseña abarcativa de los principales autores en castellano y en portugués.³ Sí sabemos que el volumen de esa

3 Esa reseña podría incluir a autores como Alejandro Rofman y José Luis Coraggio (en la Argentina), a Carlos De Mattos y Sergio Boisier (en Chile), a Luis Mauricio Cuervo (en Colombia) y a Milton Santos (en Brasil) pero eso es solo la punta del iceberg (Regitz Montenegro, 2012; Borello, 1992). Esa reseña debería también incluir el enorme aporte al conocimiento de los sistemas locales de producción e innovación que se desarrolló en el marco de Redesist en la UFRJ en Brasil. Hay un conjunto de nuevos y antiguos autores que acompañan la enorme expansión académica del continente que no tenemos espacio para mencionar.

producción (aun si ampliamos el alcance para incluir los autores españoles y portugueses) es sustancialmente menor que la anglosajona. Todo esto nos lleva a afirmar que este texto constituye un ensayo tentativo. Por un lado, hay pocas referencias en la bibliografía en castellano a la geografía económica evolucionista. Por otro lado, no parece que se haya hecho, aún, una reseña de la bibliografía sobre geografía económica escrita en castellano y portugués. Por último, como veremos, tampoco hay trabajos de síntesis e interpretación de los estudios existentes acerca de la geografía económica de América Latina. Esto no quiere decir, obviamente, que no haya una bibliografía latinoamericana sobre geografía económica.

La geografía económica evolucionista: orígenes, características y relación con el resto de la geografía económica

En esta sección hacemos una breve síntesis de los orígenes y el desarrollo de la geografía económica como especialidad dentro de la geografía humana, para luego concentrarnos en la geografía económica evolucionista que constituye un desarrollo reciente dentro de la geografía económica. Consideramos conveniente, en primer lugar, hacer algunas aclaraciones con respecto a la geografía, a la geografía económica y a sus relaciones con la economía y otras disciplinas. La geografía como campo de conocimiento es anterior a su existencia como disciplina académica y su origen puede remontarse a la Grecia clásica. El hecho de que su foco central de interés sea el espacio geográfico ha hecho que, en muchos sentidos, la geografía se haya mezclado con las acciones del Estado (por ejemplo, en la guerra o en la educación) y con el ejercicio del poder de las empresas y de las organizaciones en general.⁴

Aunque quizás no exista una definición moderna de la geografía académica compartida por todos los geógrafos, puede afirmarse que la geografía se ocupa de “estudiar las maneras en las cuales el espacio está involucrado en el funcionamiento y en los resultados de los procesos

⁴ Se han hecho muchas afirmaciones en este sentido pero quizás la más clara haya sido la del geógrafo francés Yves Lacoste cuando, luego de una visita a la Indochina ocupada por los propios franceses, escribió su conocido libro: *La Géographie ça sert d'abord à faire la guerre*, 1976 (“La geografía sirve, sobre todo, para hacer la guerra”). Entre otras cosas, ese libro muestra que las descripciones aparentemente inocuas realizadas por los geógrafos franceses del territorio del sureste asiático habían sido utilizadas por las fuerzas armadas francesas en su proceso de ocupación de ese territorio.

sociales y biofísicos” (Gregory *et al.*, 2009: 288). Ese estudio sigue y ha seguido diversas tradiciones y metodologías. Una división convencional de la disciplina identifica dos grandes ramas de interés: la geografía física y la geografía humana. La geografía económica es parte de la geografía humana.

Los orígenes y el desarrollo de la geografía económica

Antes de adentrarnos en la síntesis del desarrollo histórico de la geografía económica y de la emergencia de una geografía económica evolucionista, haremos algunas aclaraciones sobre nuestra perspectiva de análisis. Por un lado, reconocemos, como lo hacen otros autores (Scott, 2000; Barnes, 1996, 2001) que todo conocimiento está histórica y geográficamente situado. Por el otro, tenemos en cuenta que la creación de conocimiento en el contexto de un determinado campo disciplinar responde, también, a las condiciones de producción de ese conocimiento o, de forma más general, que puede explicarse por cuestiones que hacen a la sociología de la ciencia.

Como veremos, tanto actualmente como en el pasado, la constitución de este campo resulta de la interacción significativa entre geógrafos y economistas (Glasmeyer *et al.*, 1997; McNee, 1959). Debe advertirse, sin embargo, que esa interacción no ha sido siempre fructífera o armónica (Amin y Trift, 2000).

Como campo de interés dentro de la geografía humana, la geografía económica tiene una larga trayectoria que se remonta a la era colonial o quizás antes (Aoyama, Murphy y Hanson, 2011). Sin embargo, probablemente sea más apropiado argumentar que los orígenes de este campo de interés se ubican en el siglo XIX. A principios de ese siglo, más precisamente en 1826, se publica el *Estado aislado*, texto del alemán Heinrich von Thünen, que va a iniciar lo que se conoce como teorías clásicas de la localización. Estas teorías constituyen una de las tradiciones fundantes de la geografía económica; tanto es así que, como veremos, esa tradición llega a nuestros días de la mano de Paul Krugman en lo que se conoce como “nueva geografía económica”.

Otra de las tradiciones centrales en geografía económica se inicia a fines del siglo XIX cuando se publican, especialmente en Inglaterra, diversos tratados de lo que entonces se llamaba “geografía comercial” (*commercial geography*) sobre las tierras y regiones que estaban siendo

colonizadas por los países europeos. A diferencia de la primera tradición se trata, en este caso, de una línea de trabajo descriptiva que intenta identificar y caracterizar las particularidades de ciertos lugares y regiones.

Una tercera línea de trabajo en geografía económica es la que se inicia con los escritos de Alfred Marshall, en especial su tratamiento de las cuestiones vinculadas a la aglomeración geográfica de la actividad industrial en su *Principles of Economics* (1890). Esa línea continúa con autores como Wise (1949) y luego con los economistas y geógrafos italianos que van a encontrar en Marshall elementos para describir el fenómeno de la Tercera Italia: los distritos especializados localizados en el norte de la península (Bagnasco, 1977). También forman parte de esta tradición los escritos de Sabel y Piore con su conocido texto *The Second Industrial Divide* (“La segunda ruptura industrial”, 1984) y el aluvión de trabajos que pivotan alrededor de la idea de los *clusters* (agrupamientos), uno de cuyos referentes más conocidos es Michael Porter (1998).

En diversos países, pero especialmente en Estados Unidos y en Canadá, la geografía económica se va a establecer como campo académico a principios del siglo XX, en especial a través de un examen de las relaciones entre la especie humana y su entorno, en muchos casos examinadas en la escala geográfica de la región. Mientras que las líneas de trabajo que se inician con Von Thünen y Marshall van a tender a enfoques metodológicos deductivos y generalistas, las líneas de indagación de los interesados en la geografía comercial y en las relaciones hombre-naturaleza van a tender a enfoques metodológicos inductivos e ideográficos.

A pesar de estos diversos orígenes, hasta la década del cincuenta, los estudios de geografía económica académica eran fundamentalmente descriptivos y no hacían un uso explícito ni de la teoría ni del tipo de herramientas metodológicas, mucho más sofisticadas, que han de ser aplicadas en las décadas siguientes. Es cierto que ya había un conjunto de meticulosos estudios que podrían haber formado parte de un desarrollo más temprano de una geografía económica más rigurosa y precisa (como las líneas iniciadas por Marshall y Von Thünen), pero su incorporación masiva a la disciplina no se da hasta la llamada revolución cuantitativa en geografía, revolución que sienta, de manera sistemática, las bases para un desarrollo maduro de la geografía económica (Scott 2000).

Con la revolución cuantitativa, la geografía económica se transforma en la geografía de los modelos geoeconómicos neoclásicos. En ese punto, la subdisciplina incorpora, de lleno, la producción de una serie de auto-

res que formarán el punto de partida de esta primera corriente: Frederic von Thünen, Alfred Weber, Walter Christaller, August Lösch y otros.

Esta primera corriente representa una reacción a un esquema de análisis fundamentalmente ideográfico, que es reemplazado por uno nomotético. Esto es, hasta la década del cincuenta (y excluyendo unos pocos estudios elaborados por geógrafos y economistas), la geografía económica no se ocupaba de buscar regularidades y puntos comunes entre distintos lugares y actividades (es decir, con un enfoque nomotético) sino que se concentraba en describir la localización de industrias y otras actividades económicas en el espacio a través de dos enfoques: un enfoque general donde se caracterizaban las actividades por ramas o sectores y un enfoque regional que intentaba describir la actividad económica en un determinado lugar.

La corriente que surge con la revolución cuantitativa se propone la aplicación del método científico al estudio de la geografía industrial, la utilización de modelos generales contra los cuales comparar el funcionamiento real de determinadas actividades y la cuantificación como elemento central de la metodología de análisis (Harvey, 1969).

Ya a fines de la década del sesenta aparece una segunda corriente, que es la de los estudios comportamentalistas, que se propone el estudio de la geografía económica no desde modelos abstractos y normativos contra los cuales contrastar el funcionamiento real de los agentes económicos, sino mediante un examen del comportamiento mismo de los agentes (Pred, 1966 y 1967). Se pasa de un esquema deductivo (del modelo a la realidad) a uno inductivo (de la realidad al modelo).

Esto lleva a una progresiva transformación de las formas de estudiar las actividades económicas. Mientras la corriente asentada en los esquemas económicos neoclásicos hace un uso intensivo de datos censales (que permiten incorporar al análisis grandes números de unidades productivas, como fábricas y talleres y, por lo tanto, hacen posible la generalización estadística, medición de atributos, etcétera) y establece una distancia con la unidad de observación, la corriente “comportamentalista” buscará recoger información de primera mano acerca del comportamiento de esos agentes.

La corriente comportamentalista abrirá la puerta de un largo y fructífero camino de discusión metodológica en geografía económica e industrial que llega hasta hoy y que sigue dando interesantes frutos. El acercamiento a la actividad fabril a través de la realización de relevamientos primarios de información desencadenó toda una discusión sobre la na-

turalidad de las unidades estudiadas, la importancia de reconocer desde qué perspectiva se mira el comportamiento y las formas más apropiadas para el estudio de las actividades de transformación (ver, por ejemplo, Sayer y Morgan, 1985; Schoenberger, 1991). La corriente comportamentalista representa ya una ruptura fundamental con las teorías clásicas de localización al concebir a los agentes económicos como agentes con racionalidad acotada (Pred, 1967).

Tanto el esquema basado en el pensamiento neoclásico como el que toma como eje central el comportamiento de los empresarios y de las empresas serán fuertemente cuestionados desde lo conceptual, lo metodológico y desde los valores por la corriente radical. Esa corriente no está constituida, sin embargo, por un conjunto de estudios elaborados a partir de un enfoque homogéneo, sino que incluye varios enfoques diferentes y empieza a materializarse en la primera mitad de la década del setenta. Uno de ellos es el de la geografía de la empresa (*geography of enterprise*): un enfoque de tipo sistémico que acentúa el rol de la organización de las firmas en la explicación de la localización de las actividades económicas (Krumme, 1969). Tradicionalmente, sin embargo, se ha visto a la corriente radical como aquella de inspiración estructuralista (y frecuentemente neomarxista). Si para la corriente de inspiración neoclásica la competencia entre agentes lleva a resultados justos y estables, para los estructuralistas el resultado de la competencia en un sistema capitalista no es, necesariamente, estable o justo (Storper y Walker 1983; Harvey 1973). Para los estructuralistas el crecimiento económico crea riqueza pero también está plagado de crisis.

A partir de la década del ochenta la geografía económica pierde claramente un sentido de unidad monolítica y se transforma en un campo del conocimiento multipolar en el cual conviven diversas perspectivas que no siempre dialogan entre sí. Pueden identificarse seis perspectivas centrales en la geografía económica a partir de la década del ochenta: la de la nueva geografía económica, la de la Escuela de California, la de los posestructuralistas, la geografía económica relacional, la institucionalista y, por último, la geografía económica evolucionista. Sin embargo, no se trata de compartimientos estancos y, evidentemente, hay superposiciones entre estas perspectivas. Más aún, en el tiempo, hay autores que pueden moverse entre perspectivas y hay textos que son híbridos. También debemos tener en cuenta que las perspectivas que hemos identificado, en muchos casos, tienen antecedentes anteriores en el tiempo. No haremos una descripción exhaustiva de cada una de ellas, cosa que está

no solo más allá de nuestras posibilidades sino de nuestras intenciones. Lo que nos interesa mostrar es la pluralidad de voces que conviven en la geografía económica actual y el medio del cual emerge la geografía económica evolucionista, que es nuestro principal interés en este capítulo.

Podemos empezar por una perspectiva que es, en muchos sentidos, la continuidad natural de la línea iniciada por von Thünen: la llamada nueva geografía económica (NGE).⁵ En la síntesis de Armin Schmutzler (1999: 356):

... la nueva geografía económica es una teoría de la aparición de grandes aglomeraciones que depende de rendimientos crecientes a escala y de los costos de transporte, y enfatiza los vínculos entre las empresas y los proveedores y entre las empresas y el consumidor. La historia básica [es la siguiente:] Los rendimientos crecientes a escala tienden a fomentar la concentración de producción... Cuando los costos de transporte juegan un papel, los lugares atractivos para la producción son los que están cerca de los mercados y de los proveedores... Finalmente, la concentración de la producción en algunos lugares tiende a atraer los factores móviles de producción. Los trabajadores tienen mejores oportunidades de trabajo y de consumo cuando la producción se concentra... [Todo esto conduce a] una mayor demanda de bienes de consumo... lo que hace que esta región sea más atractiva para los productores. [E]s probable que este patrón se refuerce a sí mismo: se desarrolla una así llamada ventaja de segunda naturaleza para la región dominante, esto es, la región se vuelve *atractiva* para las empresas porque muchas otras empresas ya producen allí (en lugar de debido a una dotación superior de recursos naturales). En otras palabras, el éxito genera éxito. Trabajando contra estas fuerzas centrípetas... hay fuerzas centrífugas. Por ejemplo, la concentración de las actividades productivas en una región puede impulsar las rentas de la tierra y los precios de la vivienda, y puede conducir a problemas ambientales... Los patrones de población y producción resultan de un equilibrio de estas fuerzas centrífugas y las fuerzas centrípetas. [Puede verse que

⁵ Como es conocido, Johann Heinrich von Thünen, un economista alemán nacido a fines del siglo XVIII, es el iniciador de las teorías clásicas de localización. Von Thünen colocó la atención en la actividad agropecuaria. A él le siguieron otros economistas alemanes como Alfred Weber (que se refirió a la actividad industrial, 1906), August Lösh y Walter Christaller, que hicieron contribuciones significativas en las décadas del treinta y del cuarenta acerca de la localización del comercio y los servicios.

al menos de forma superficial acá están Smith, Marshall y claramente Myrdal y Hirschman].

Según los propios exégetas de esta corriente, la NGE parte de una conceptualización del sistema económico como un sistema en equilibrio (Krugman, 2011). En ese marco, como vimos, se interesa por el proceso de generación de externalidades tanto a la escala de firmas individuales (economías de escala, de alcance, retroalimentaciones positivas, externalidades de red) como de conjuntos geográficamente aglomerados de empresas (economías de aglomeración). A su vez, esos retornos crecientes, que se derivan de las retroalimentaciones positivas y de las externalidades de red, llevan al desarrollo de mercados con predominio de competencia imperfecta. Todo esto en un marco en el que los costos de transporte hacen que la localización sea relevante (Fujita y Krugman, 2004). Para estos autores es central el desarrollo de modelos abstractos que permitan explicar fenómenos similares en lugares distintos, y en este énfasis están estrechamente emparentados con los modelos deductivos propuestos por los teóricos clásicos de la localización.⁶

Para algunos críticos la NGE no es nueva ni es geografía. Esto es porque, de un lado, surge como la continuidad natural de las teorías clásicas de localización y, del otro, adolece de la falta de sensibilidad para acomodar la complejidad del territorio que muchos geógrafos esgrimen como la característica central de la geografía en cuanto disciplina. No en vano el editorial de una de las revistas más prestigiosas de geografía (*Urban Geography*) se titulaba “Déjà Vu Mr. Krugman”. En ese editorial uno de los popes de la revolución cuantitativa en geografía se dirigía directamente a Krugman para pedirle un poco de humildad, señalarle sus carencias formativas en geografía económica y su escaso reconocimiento de lo que muchos geógrafos ya hicieron hace décadas: “Been there, done that” (“Ya estuvimos ahí e hicimos eso mismo”) (Berry, 1999). Sin embargo, la lectura que hacen otros autores reconocidos en geografía económica es mucho más benévola e intenta rescatar la contribución más general de la NGE al conjunto de este campo disciplinar. Michael Storper (2011), por ejemplo, resume su visión de la NGE diciendo que “tiene un enorme

⁶ Algunos lectores podrán notar la relación entre algunas de estas ideas y las nuevas teorías del crecimiento endógeno o incluso con las nuevas teorías del comercio internacional, que tienen en común justamente el reconocimiento de la existencia de rendimientos crecientes en la actividad industrial.

potencial para generar un entendimiento profundo de los procesos que se dan en el siglo XXI pero solo si hace algunas correcciones de rumbo”.

Hay un segundo conjunto de enfoques en geografía económica que retienen gran parte de la base epistemológica de corrientes anteriores, como, en parte, el estructuralismo, que es el conjunto de contribuciones que algunos autores han llamado la Escuela de California de geografía económica y desarrollo regional: Richard Walker, Allen Scott y Michael Storper, entre otros. Es importante recordar que esta referencia a una “escuela” es bastante liviana por diversas razones. Por una parte, la confluencia de autores e intereses que dieron lugar a su emergencia duró un tiempo relativamente corto (la década del ochenta y unos pocos años más), más allá de que varios de estos autores han seguido escribiendo en temas que hacen a la geografía económica.

Por otra parte, más allá de la confluencia espaciotemporal, las simpatías y el respeto mutuo y diversos proyectos que involucraron a varios de ellos, hay diferencias fuertes entre las principales obras en términos de su linaje teórico, que van desde la teoría de la regulación y el neoestructuralismo en Richard Walker y Michael Storper, pasando por una relectura de los costos de transacción en algunas obras fundamentales de Allen Scott, siguiendo por una crítica profunda de Marshall en Ann Markusen y llegando a una renovada visión del rol de las instituciones y de las redes sociales en el desarrollo local y regional (AnnaLee Saxenian).⁷

Sin embargo, hay una serie de elementos que emparentan a los autores de la Escuela de California: la valoración del sustrato empírico, una visión política e institucional de la transformación territorial, el reconocimiento de la escala regional como una escala geográfica relevante para entender y estudiar los fenómenos sociales y la búsqueda de regularidades y abstracciones más allá del caso en particular.

Por otro lado, aparecen un conjunto de enfoques que podríamos englobar bajo el rótulo de posestructuralistas, que ponen en cuestión tanto las perspectivas neoclásicas de la revolución cuantitativa como los enfoques estructuralistas neomarxistas. Gran parte de esta corriente se asocia con lo que se ha denominado en geografía humana giro o viraje cultural (*cultural turn*). Lo esencial de la corriente posestructuralista es un rechazo a los relatos totalizadores, un enfoque metodológico pluralista, un esfuerzo de integrar a los investigadores en la propia escritura de

⁷ Storper y Walker, 1983; Walker y Storper, 1989; Scott, 1988 y 1993; Scott y Storper, 1986; Markusen, 1996 y Saxenian, 1996.

los textos (y consecuentemente un rechazo a la idea del autor como un agente separado de su propia obra) y, en el caso especial de la geografía económica, una inclusión explícita de los elementos sociales, políticos y culturales en el análisis. Resultan particularmente interesantes, por su originalidad, no solo una serie de contribuciones sobre el consumo (lo cual sería esperable dado el énfasis en la cultura contemporánea de esta corriente) sino sobre la producción misma. En ese sentido, es original la renovada visión que se obtiene sobre ciertos aspectos de la geografía de la actividad económica a partir de un examen de cuestiones tales como el género, el funcionamiento de los mercados y las características de las empresas capitalistas (por ejemplo, Wright, 1997; Schoenberger, 1997).

Quizás de ese muy ecléctico conjunto que es la geografía económica cultural puedan interpretarse como desprendimientos a la geografía económica relacional y a la geografía económica institucionalista.

La geografía económica relacional (Salom Carrasco, 2003) tiene diversos antecedentes en economía (Marshall, por ejemplo) y en geografía económica y subraya la importancia de tres factores: las relaciones entre agentes (y el modo como esas relaciones estructuran el espacio geográfico), la importancia de la acción de los agentes (en detrimento de las estructuras condicionantes) y la relevancia del ámbito local. Al mismo tiempo, según Salom Carrasco, la base epistemológica de esta perspectiva tiene como ejes: la contextualidad en la que operan los agentes, la relevancia de la trayectoria y del sendero y la contingencia de los resultados posibles (lo cual plantea una visión no determinista del cambio). Estas últimas características emparentan, obviamente, a esta perspectiva con las visiones evolucionistas.

Esto también sucede con la perspectiva de la geografía económica institucionalista, con respecto a la cual hay, de hecho, autores que sostienen que es algo artificial la separación entre una geografía económica institucionalista y una geografía económica evolucionista (MacKinnon *et al.*, 2009). La perspectiva institucionalista en geografía económica parte del reconocimiento que la actividad económica no puede entenderse sin tener en cuenta a las instituciones que le dan forma y orientan a esa actividad. Si bien el reconocimiento de que hay una perspectiva institucionalista en geografía económica es relativamente reciente, las instituciones han sido tenidas en cuenta en diversos momentos de la historia de este campo disciplinar. Ron Martin (2000) señala, por ejemplo, que el interés de los geógrafos por la escuela de la regulación francesa naturalmente llevó a un renovado interés por las instituciones (Storper y Walker,

1989). También desde las propias ciencias sociales, el renovado interés de la economía y de la sociología por las instituciones también ha sido una influencia importante para la geografía. Otros cambios internos en la propia geografía, como la renovada importancia de lo cultural y de lo social en lo económico, también han empujado una perspectiva que coloca en el centro a las instituciones. Martin (2000) también identifica otros elementos que han impulsado una mirada institucional en geografía económica como son los mismos cambios en las instituciones de regulación del capitalismo que se han dado con la expansión del neoliberalismo.

La discusión reciente en geografía económica y los orígenes de la geografía económica evolucionista

Como pudo verse en los párrafos anteriores, la geografía económica ha tenido un derrotero cambiante desde la mitad de la década del setenta. En ese derrotero están las semillas para anclar el inicio de la perspectiva de la geografía económica evolucionista.

No parece haber una genealogía detallada de las ideas que hoy se encuadran de manera sistemática dentro de la geografía económica evolucionista pero diversos autores sostienen que algunas de esas ideas ya ocuparon a diversos autores en geografía económica antes del desarrollo explícito de este campo, como la idea de ventana de oportunidad locacional (*locational windows of opportunity*) (Storper y Walker, 1989) o la idea de dependencia del sendero evolutivo previo (*path dependency*).

Es más, puede afirmarse que la velocidad con la cual ha florecido esta nueva perspectiva dentro de la geografía económica se explica, en muchos sentidos, porque se trata más de una continuidad con algunas ideas que ya sostenían muchos autores que de una ruptura con el pasado. Entre esas ideas podemos mencionar la de la racionalidad acotada de los agentes (Pred, 1967), la de la centralidad del cambio y del desequilibrio (por ejemplo la que está implícita en el concepto de desarrollo territorial desigual; Smith, 1984; Storper, 1997) y las que acabamos de identificar, que se refieren a la dependencia del sendero evolutivo previo (*path dependency*) y la de las ventanas de oportunidad en la localización de las actividades económicas.

De todos modos, puede establecerse que esta perspectiva en geografía económica se inicia de manera integrada y sistemática alrededor de 2005 o 2006, de modo que tiene un poco más de diez años de desarrollo. Los

hitos iniciales en la consolidación de esa perspectiva quizás sean los artículos publicados por Ron Boschma y autores asociados y la serie *Papers in Evolutionary Economic Geography* de la Universidad de Utrecht, que se inicia en 2005. El avance, desde entonces, ha sido vertiginoso y no solo hay un número sustancial de artículos y algunos libros sino que incluso se ha publicado (2010, reedición 2012) un *Handbook of Evolutionary Economic Geography*, editado por Ron Boschma y Ron Martin. Recientemente, la revista *Regional Studies* publicó un número especial que intenta dar cuenta del camino recorrido y de las dificultades y posibilidades que se perfilan en el futuro de la investigación en este campo (Kogler, 2015).

Pero el punto de partida, que es, en gran medida, la economía evolucionista, no es un punto claro ya que diversos autores reconocen que no se trata de un área de trabajo estabilizada acerca de la cual haya acuerdos generales sobre el significado de distintos conceptos y se trata aún de un campo con un desarrollo embrionario (Boschma y Martin, 2010). Al mismo tiempo, gran parte de la economía evolucionista es, en general, no espacial tanto en su perspectiva como en sus formulaciones (como lo es, por otra parte, gran parte de las ciencias económicas) (Boschma y Martin 2010: 6). Obviamente no ignoramos el interés de muchos economistas desde muy atrás en la historia de esa disciplina por las cuestiones vinculadas con el espacio y con el territorio. Es más, como planteamos en este texto, gran parte de las bases iniciales de la geografía económica son obra de los economistas. Pero son los mismos economistas los que reconocen que la dimensión espacial ha estado ausente de los ejes centrales de la discusión académica en economía.⁸

Características

En un artículo que es considerado uno de los hitos centrales en el desarrollo inicial de la geografía económica evolucionista, Ron Boschma y Koen Frenken (2006) definen el propósito de este campo como “entender

⁸ El propio Krugman (2011) hace una clara afirmación en este sentido: “A finales de los años ochenta, los economistas de la corriente principal (*mainstream*) eran casi literalmente ajenos al hecho de que las economías no son puntos sin dimensiones en el espacio, y a lo que la dimensión espacial de la economía tenía que decir sobre la naturaleza de las fuerzas económicas. Puedes encontrar esto inverosímil, ¿cómo podrían los economistas no tener en cuenta los hechos de la vida que son parte de la experiencia diaria de todos? Pero puedo asegurarte que era verdad”.

la distribución espacial de las rutinas en el tiempo”. En una contribución posterior Ron Boschma y Ron Martin (2007: 539) plantean que:

Expresado de forma general, podemos decir que la preocupación central de la geografía económica evolucionista se refiere a los procesos a través de los cuales el paisaje económico –la organización espacial económica de la producción, la distribución y el consumo– es transformado a través del tiempo. Nos interesa, asimismo, las maneras en las cuales las fuerzas que actúan sobre el cambio, la adaptación y la novedad económicas dan forma y moldean las geografías de la producción, la distribución y el consumo y también cómo las características y estructuras espaciales producidas retroalimentan e influyen en las fuerzas que conducen la evolución económica.

Dicho de otra manera, se trata del modo en que los elementos centrales de un sistema económico (desde una perspectiva evolucionista) generan una determinada geografía y, a su vez, de cómo esa geografía tiene un efecto sobre el propio sistema económico. Esto quiere decir que, en términos generales, la visión de la geografía económica evolucionista no se aparta del foco de la geografía económica y sus principales intereses, más allá de que, obviamente, hay un énfasis particular en ciertos procesos y objetos.

En particular es necesario señalar que, para la geografía económica evolucionista, los procesos concretos que observamos son la combinación de ciertos procesos sistémicos que tienen rasgos comunes, con la contingencia espacial e histórica. Esto es, los mismos procesos pueden desarrollarse de manera diferente en distintos lugares y épocas (Boschma y Martin 2010:7).

Las relaciones de la geografía económica evolucionista con la economía evolucionista

Algunos elementos generales de diferencia entre geógrafos y economistas

Como puede apreciarse de la reseña que hemos hecho del desarrollo de la geografía económica y luego, más específicamente, del derrotero de la geografía económica evolucionista, las relaciones entre geografía económica y economía son muchas, se remontan atrás en el tiempo y

se perfilan como frecuentes e intensas en los próximos años. Se trata, evidentemente, de dos primos cercanos, lo cual no quiere decir que esa relación no tenga –y haya tenido– una serie de problemas y disputas.

Los geógrafos tienden a ser más plurales que los economistas. Esto se ha reflejado siempre, por ejemplo, en una mayor propensión de los geógrafos a citar a autores de otras disciplinas. Además, dentro de la propia geografía económica, como vimos en la sección anterior, luego de la revolución cuantitativa (y de la reacción posterior a ella) la morfología de este campo disciplinar se volvió policéntrica. Más aún, el así llamado “giro cultural” llevó a posturas relativistas en las que el eclecticismo teórico e incluso la experimentación teórica y metodológica son muy populares entre muchos autores (Barnes y Sheppard, 2010). Si bien la economía no es una disciplina monolítica, su eje sigue siendo, en gran medida, la economía de raíz neoclásica.

Los geógrafos descreen de la formalización matemática y de la modelización como la única manera de mostrar rigor. Si bien muchos geógrafos económicos son hijos de la revolución cuantitativa en geografía e incluso muchos de ellos escribieron manuales y diversos textos en esa perspectiva, la gran mayoría tiene una inclinación más fuerte a formas de análisis que, aun sin alejarse de ciertas ideas modernas (como el reconocimiento de ciertos macro procesos), son más favorables a la “descripción densa” de los antropólogos que a la simple belleza de las econometría. Un ejemplo en este sentido es el de Allen Scott, quien, en 1971, escribió *Combinatorial Programming, Spatial Analysis, and Planning* para luego virar hacia perspectivas neoestructuralistas, luego institucionalistas y últimamente francamente eclécticas. Otro ejemplo es el del gran David Harvey, quien luego de su conocido texto *Teorías, leyes y modelos en geografía* (editado originalmente en inglés en 1969), un manual extremadamente popular como síntesis de la revolución cuantitativa, viró primero hacia un neomarxismo estructuralista para luego dialogar intensamente con diversas perspectivas posmodernas.⁹

Los economistas están más interesados en conocer los fundamentos de los procesos que en cómo se manifiestan en distintos lugares, que es algo que les importa más a los geógrafos. Al mismo tiempo, los geógrafos muestran mucho más interés en conocer detalles del desarrollo de los

⁹ Su primera y didáctica contribución a lo que luego se denominó geografía radical fue su libro *Social Justice and the City* (1973), al que le siguieron diversos textos sobre la ciudad y el proceso de urbanización. En 1989 publicó *The Condition of Postmodernity*, un libro enormemente popular en el que abraza diversas perspectivas de análisis.

procesos económicos en distintos lugares que en aprehender la esencia de esos procesos en esquemas que trasciendan el espacio y el tiempo (Storper, 2011).

En gran medida, y la economía evolucionista no es una excepción, el pensamiento económico tiende a ser a-espacial. Un problema es que parte de la economía evolucionista, como parte de la economía en general, coloca a la actividad económica en un limbo en que no existe un soporte físico, como si los objetos y procesos económicos no ocuparan un espacio, ni articularan escalas de relación, ni hubiera fricción de la distancia. En todo caso, cuando la dimensión espacial aparece, se trata de una versión “aséptica” del espacio.

Ejes conceptuales compartidos

Todos los autores que han hecho una contribución central a la geografía económica evolucionista reconocen la deuda que esta perspectiva tiene con la economía evolucionista y en particular con los escritos de Nelson y Winter (1982) y con el padre del evolucionismo en economía: Joseph Schumpeter (1934). Al mismo tiempo, la geografía económica evolucionista abreva tanto en la propia trayectoria de la geografía económica en general (tal como vimos) como así también en otros campos disciplinarios conexos (ciencia regional, geografía de la innovación, etcétera) (Kogler, 2015). Naturalmente, la fuerte conexión de la geografía económica evolucionista con la economía evolucionista se expresa en el lugar central que la primera les asigna a los conceptos de destrucción creativa, trayectoria, rutinas en la construcción de una explicación respecto a la evolución y dinámica del paisaje económico y de la morfología y fortunas de ciudades y regiones.

Ahora bien: ¿cuáles parecen ser los temas centrales de la geografía económica evolucionista? Dos grupos de enfoques han sido explorados hasta ahora con mayor interés: los que se derivan de un darwinismo generalizado y los que se derivan de la idea de dependencia de la trayectoria previa (*path-dependency*), mientras que la perspectiva de la complejidad concita hasta ahora una menor atención (Boschma y Martin, 2010: 8).

Respecto del primer enfoque, su potencialidad aparece como central para investigar cuestiones que hacen a la demografía de los agentes económicos (empresas, organizaciones e instituciones): aparición, variedad y supervivencia. Al mismo tiempo, la perspectiva geográfica nos permite

pensar en los ámbitos geográficos (por ejemplo, regiones) donde se da ese proceso de selección de firmas, organizaciones e instituciones. Es la transformación en el tiempo de esos ámbitos o, de manera más amplia, del paisaje económico, lo que en diversas áreas de la geografía ha sido tomado, tradicionalmente, como un foco reiterado de la investigación. Se ha considerado esa transformación del paisaje en el tiempo como el resultado de diversos eventos anteriores. Al mismo tiempo, el análisis geográfico, en general, no ha visto a ese paisaje como un lugar de llegada sino en continuo cambio. Y en esto se colocan en las antípodas de la idea de que ese paisaje (como podrían llegar a argumentar algunos economistas neoclásicos) está en equilibrio estable. Muy por el contrario, ese paisaje es visto como en continua transformación o, como lo ha llamado Paul Knox (1991), “inquieto” (“*restless*”).¹⁰

Sin embargo, aunque el enfoque de la dependencia de la trayectoria previa ha sido explorado en numerosas contribuciones de diversos geógrafos económicos, quedan aún muchas cosas inexploradas (Martin y Sunley, 2006, 2012). Para empezar, no queda claro cuál es la ontología de base de un proceso en el cual es significativa la dependencia del sendero previo. Y en relación con esta afirmación: ¿cómo se da, exactamente, ese proceso? ¿En qué medida se trata de procesos únicos e idiosincrásicos? Martin y Sunley (2012) también argumentan que es necesario concebir la dependencia del sendero fuera de una visión de equilibrio ya que, en todo caso, un sistema regional se transforma dentro de esos senderos y evoluciona hacia situaciones de eventual destrucción de senderos que se atascan y de otros nuevos que se crean.

Hay algunas voces en el marco del desarrollo de esta geografía económica evolucionista que alertan, sin embargo, sobre una construcción aislada de este campo de interés, separada de ciertas influencias que han sido significativas en la geografía económica moderna, como son la perspectiva de la economía política y la del institucionalismo (MacKinnon *et al.*, 2009). También hay autores que proponen una geografía económica evolucionista engarzada en una geografía económica plural y abierta a diversas perspectivas (Barnes y Sheppard, 2010).

¹⁰ En un contexto diferente, Metcalfe (capítulo 4 del volumen 1 de este libro) se refiere a la dinámica capitalista del mismo modo.

Las potencialidades de la geografía económica evolucionista para el avance del conocimiento acerca de la geografía económica de América Latina

En función de la esquemática caracterización que hemos hecho de la geografía económica evolucionista en la sección anterior, nos queda ahora discutir cuáles son las potencialidades de este campo disciplinar para el avance del conocimiento acerca de la geografía económica de América Latina. No debemos olvidar, sin embargo, que, como ya señalamos, la geografía económica evolucionista no está estabilizada y, de hecho, su definición y alcance están todavía en debate, pero aun en ese marco que evidentemente convierte a nuestro texto en algo tentativo y preliminar, es posible ver cuán buena es la sintonía entre los temas que debieran estudiarse y las perspectivas y herramientas de la geografía económica evolucionista.

Sucede, sin embargo, algo paradójico: la caracterización general de la geografía económica de América Latina que hemos recibido es, en gran parte, el resultado de los estudios existentes. Dicho de otro modo, esa caracterización no es obvia ni evidente y no puede separarse de las investigaciones que se han hecho sobre ella. El problema, sin embargo, es que –tal como lo planteamos en la introducción de este capítulo– no se ha realizado aún el trabajo de compilar, reseñar y ordenar los diversos materiales que describen e interpretan esa geografía económica. Esto implica que nuestra identificación y caracterización de cuáles son los problemas de investigación más relevantes a abordar en el estudio de la geografía económica es necesariamente preliminar y casi personal ya que no se sostiene en investigaciones previas.

En términos relativos, puede suponerse con cierta seguridad que el avance en la caracterización de los problemas que corresponden al campo de la geografía económica es mucho más lento que el correspondiente a temáticas más netamente económicas y sociológicas. Recordemos también que, en términos relativos, dentro de la geografía académica que se desarrolla en América Latina, el análisis de la temática económica no ha recibido demasiada atención. Ahora, como los temas de la geografía económica son, en gran medida, interdisciplinarios y, tal como planteamos al principio, pueden ser de particular interés para el Estado (el gran ejemplo son las políticas de desarrollo regional), no solo han sido abordados por geógrafos desde una perspectiva académica sino que el conocimiento que hoy tenemos de la geografía económica de América Latina deriva,

también, de los avances de otros campos disciplinares, en particular de la economía, de la sociología y de la planificación regional y urbana, y de los estudios e investigaciones realizados por el Estado a fin de desarrollar políticas públicas orientadas a cambiar esa geografía económica. En el caso de América Latina, además, y por su particular historia política e institucional, es necesario tener en cuenta el enorme esfuerzo realizado desde una institución que ha tenido una cierta autonomía de los cambios políticos en la región: la CEPAL. También hay un aporte significativo de conocimiento sobre la geografía económica de América Latina realizado por diversos académicos, expertos e instituciones internacionales cuya producción se ha plasmado en libros y artículos fuera de la región.

La lista posible de temas es extensa y, potencialmente, interminable, pero vamos a limitarnos a un grupo de temas que nos parecen centrales y que deberían poder ser encarados por la geografía económica evolucionista con cierto provecho. No es que estos temas no hayan sido estudiados previamente sino que ahora, con la ayuda de estas ideas y metáforas tomadas de la biología pero también de otras ciencias, su análisis puede hacerse de una manera mucho más sofisticada y detallada.

También debemos precisar que los aportes a las posibilidades que ofrece la geografía económica evolucionista para la geografía económica de América Latina se refieren, sobre todo, a ciertos aspectos o temas, en especial los referidos al análisis de la innovación, el aprendizaje y el cambio tecnológico.

Los temas a discutir son: el desarrollo territorial desigual, la transformación de la geografía urbana y regional de América Latina y el surgimiento de regiones y zonas de regiones con una densa composición de firmas pequeñas y medianas y fertilidad territorial.

El desarrollo territorial desigual

El problema

Si bien el desarrollo territorial es siempre desigual, esto no se da del mismo modo dentro de los sistemas nacionales. Gran parte de los países de América Latina tienen estructuras de sus asentamientos humanos relativamente primadas, esto es, concentradas en una y, a veces, dos grandes ciudades. A esto se asocia una fuerte concentración de la actividad económica en muy pocas ciudades dentro de la mayoría de los países, con

pocas excepciones, como Colombia y, en menor medida, Brasil. Pero el desarrollo territorial desigual no se agota en esta primera observación general sino que se expresa, también, a otras escalas. Esto es, si bien en el plano nacional podemos encontrarnos con una fuerte concentración de la población y de la actividad económica en uno o dos centros urbanos, es posible encontrar otras manifestaciones de este hecho y proceso tanto en cada una de las regiones de cada país como en las zonas urbanas. Es más, hay diversos autores que están hablando de una creciente heterogeneidad intrarregional, que también aparece en términos de la actividad económica. Esto es, aunque puede argumentarse que los procesos de crecimiento económico regional desigual que ya podían observarse en la mitad del siglo XX en la mayoría de los países de América Latina (con unas pocas regiones y ciudades concentrando la población y la actividad económica) continúan, hay varias novedades que deberían incorporarse a la agenda de estudio y a algunas de ellas nos referiremos en los otros problemas que describimos más adelante.

Las diversas maneras en las que se expresa el desarrollo territorial desigual han tenido distintas lecturas a lo largo del tiempo. Por ejemplo, si bien por mucho tiempo se sostuvo que había que revertir la concentración demográfica y económica en unos pocos centros, ha habido argumentos interesantes contrarios a esta posición. Tempranamente, y paradójicamente en un momento en que estaba en boga impulsar el crecimiento de zonas fuera de las grandes metrópolis, Alan Gilbert (1976) recoge y sintetiza diversos argumentos en la bibliografía y en organismos internacionales, que ya señalaban que, en países con mercados acotados, quizás había ventajas en concentrar la actividad económica en pocos centros urbanos.

A pesar de este tipo de argumentos y de los procesos de integración regional entre países, en ciertos segmentos la demanda nacional o de varios países es insuficiente para generar una demanda suficiente (en volumen y en complejidad) que alimente fuertes procesos de aprendizaje para los agentes económicos locales.

Asimismo ha habido diversas políticas y acciones del Estado para intentar transformar las tendencias a la concentración geográfica. Por ejemplo, casi todos los países, ya desde la década del cincuenta, iniciaron políticas basadas en incentivos fiscales para la promoción de la actividad económica en las regiones periféricas al mismo tiempo que impulsaron un sinnúmero de iniciativas complementarias, en especial de provisión de infraestructura (grandes obras, rutas, puertos, diques, etcétera).

La bibliografía sobre este tema es inmensa. Muy sintéticamente puede decirse que, en general, fueron iniciativas muy costosas (en relación con los resultados alcanzados). También debe señalarse que esas políticas, en gran parte de los casos, obtuvieron resultados y transformaron los territorios que eran objeto de esas políticas aunque raramente se alcanzaron los objetivos propuestos en el marco temporal planteado inicialmente. Más allá de las investigaciones realizadas, son particularmente escasas las evaluaciones sistemáticas de estas políticas.

El desarrollo territorial desigual también se ha expresado en altas proporciones del empleo en actividades llamadas informales en las regiones periféricas y en la persistencia de formas incompletas de incorporación al consumo de bienes y servicios de anchas franjas de la población, aun en las regiones relativamente desarrolladas de cada país (De Almeida Vasconcelos, 1985). En los últimos quince años diversos países de América Latina avanzaron en modificar esta situación a través de diversas medidas, como es el caso de Brasil y de la Argentina (Agis, Cañete y Panigo, 2013; Castro y Modesto, 2010).

La perspectiva de la geografía económica evolucionista

Planteo

El desarrollo territorial desigual tiene lugar a lo largo del tiempo como resultado de contingencias geográficas e históricas en respuesta a necesidades del sistema económico.

Algunas preguntas

¿Ese proceso de transformación se da como una sucesión de cambios rápidos intercalados por momentos de mayor estabilidad? Una vez en movimiento: ¿qué elementos micro, meso y macro coadyuvan para que se dé un proceso de causación acumulativa? ¿Qué elementos son los que están marcados en su trayectoria por la *path dependence* y así colocan la trayectoria de una región en una determinada dirección? ¿Hay o puede haber elementos que juegan en otras direcciones? ¿De qué manera? ¿En esta perspectiva general, las ciudades grandes no son una buena manera de incrementar los procesos de división del trabajo, especialización y

creación de variedad? Y, por lo tanto, ¿deberíamos pensar las ciudades grandes en cada país como un activo y no como algo negativo?

Gran parte de la bibliografía existente tiende a pensar estos procesos de causación acumulativa como algo natural pero podemos intuir que, en realidad, hay un espectro posible de trayectorias y no todas conducen a procesos virtuosos de creación de creciente variedad y creciente complejidad en los bienes y servicios producidos. En todo caso, la pregunta que se abre es: ¿cuáles son las oportunidades que surgen a partir de la fuerte concentración geográfica de la actividad económica y en qué medida esa concentración puede dar lugar al desarrollo de procesos efectivos de desarrollo económico?

Hay un tema vinculado con este que ha sido explorado de forma implícita por diversos autores como Jorge Katz. Se trata del argumento de que los sistemas productivos de los países menos industrializados tienen ciertas especificidades que deben ser tenidas en cuenta tanto en términos de su investigación como de las políticas que se pongan en marcha. Una de esas especificidades es que, muchas veces, la envergadura de la actividad económica contrasta fuertemente entre estos países y los industrializados. O sea, las firmas son más pequeñas, las cadenas productivas tienden a ser más cortas y menos densas (hay menos proveedores), las aglomeraciones (*clusters*) son más chicas y, en general, los niveles de integración vertical son mayores. Dicho de otro modo, en el planteo de Jorge Katz y otros autores latinoamericanos contemporáneos, está la idea del desarrollo territorial desigual entre los países industrializados y aquellos que están en proceso de serlo. Ese desarrollo territorial desigual se expresa en la existencia de sistemas regionales y locales de producción e innovación relativamente poco desarrollados en los países menos industrializados respecto a los más industrializados.

Desde la perspectiva de una geografía económica evolucionista, el esquema de análisis implica examinar las trayectorias en al menos cinco procesos. Estos son: i) el desarrollo de capacidades e interacciones de instituciones y empresas, ii) el aumento de la densidad de los sistemas productivos (número de firmas y de vinculaciones), iii) la desintegración vertical y especialización, iv) la orientación de las actividades respecto de su potencial de vinculaciones y de derrames y las características de los empleos asociados (potencial de aprendizaje, niveles de remuneraciones y características de las carreras laborales) y v) la extensión de las cadenas productivas y el peso de importaciones en su interior.

La transformación de la geografía urbana y regional de América Latina y la aparición de nuevas zonas de producción

Problema

Más allá del proceso de desarrollo territorial desigual que hemos bosquejado en el punto anterior, se ha dado una transformación de las estructuras urbanas y regionales. Ya en la década del ochenta se había señalado que tanto en América Latina como en otras regiones del globo había habido una expansión de las ciudades intermedias y una complejización de las estructuras y sistemas urbanos y regionales (Hardoy y Satterthwaite, 1986). Para el caso de la Argentina, los argumentos de César Vapñarsky son contundentes en ese sentido cuando muestra el crecimiento relativo de las aglomeraciones urbanas de tamaño intermedio y la complejización de la estructura urbana argentina que se da luego de la década de 1950 (Vapñarsky, 1995; Vapñarsky y Gorojovsky, 1990). Para el caso de Brasil, es posible señalar diversos procesos de complejización de las estructuras urbanas con varias características de enorme interés. Por ejemplo, tenemos el crecimiento de un conjunto de ciudades cercanas al eje San Pablo-Río de Janeiro y otras ciudades del centro-sur alrededor de un enorme polígono, como lo ha llamado Clélio Campolina Diniz (1993). Un segundo ejemplo de gran relevancia es la complejización de la estructura urbana y económica de la región amazónica a través de un proceso de creación de nuevos centros urbanos (en especial en el estado de Acre y fuera de los corredores de los grandes ríos) y de expansión y complejización de muchos de los centros existentes (Browder, 1997).

Lo que no está suficientemente estudiado es cuál es la base económica en la modificación de estas estructuras urbanas. Y de qué modo esos procesos de transformación de las estructuras urbanas acercan bienes y servicios a los habitantes y permiten la creación de ciudades y regiones con un tamaño suficientemente grande como para permitir no solo la experimentación productiva desde las márgenes sino también el desarrollo de núcleos productivos que no solo provean servicios de calidad a sus habitantes sino que permitan la creciente incursión de centros urbanos más pequeños en la producción de bienes y servicios para la exportación hacia otras regiones y otros países.

Más recientemente en el tiempo, y debido a la explotación de recursos naturales (forestales, pesqueros, mineros y agropecuarios), se está produciendo una transformación significativa de numerosas ciudades

y regiones muchas veces ubicadas en los rangos más pequeños de la estructura urbana de los diversos países de América Latina. Los ejemplos abundan: la minería en la Argentina, la pesca y la acuicultura en Chile, la producción forestal en Uruguay. Estos nuevos territorios se caracterizan por un perfil de especialización fuertemente orientado a la producción y extracción y al procesamiento de materias primas y una orientación de parte de las inversiones en infraestructura a la exportación de esas materias primas. Una parte significativa del equipamiento necesario para llevar adelante estos procesos de explotación de los recursos naturales es importado a estas regiones, muchas veces desde el exterior. Al mismo tiempo, lo que está en gran parte aún ausente o es muy endeble es el andamiaje institucional de regulación de estos procesos, con las consiguientes consecuencias ambientales y sociales, como bien lo han mostrado Jorge Katz y otros autores con el caso de la explotación del salmón en Chile (Ozono, Iizuka y Katz, 2016).

Por otro lado, y esto también tiene un efecto significativo en ciudades pequeñas y en regiones periféricas, más allá del evidente impacto en las ciudades más grandes de cada país, se destaca el desarrollo de diversos servicios como el turismo y las actividades culturales (fiestas, celebraciones, eventos, etcétera).

La perspectiva de la geografía económica evolucionista

Planteo

Las regiones y las ciudades son ámbitos de selección de rutinas, firmas, sectores productivos, etcétera, y son generadoras de variedad. Esas regiones y ciudades están en continua transformación y transforman los sistemas productivos en un proceso incesante de interacción. Incluso considerando un período corto –por ejemplo, desde 1970– hemos asistido a una enorme transformación de las ciudades y de las regiones que constituyen América Latina. Pero hay diferencias significativas en los ámbitos urbanos y regionales que han sido transformados y están siendo modificados rápidamente en los últimos años. Así, por ejemplo, una línea de investigación debería ocuparse de analizar las transformaciones cualitativas de sistemas productivos creados, fundamentalmente, a través de incentivos fiscales. Esa línea de trabajo debería retomar los múltiples estudios que ya se hicieron de estas experiencias en las décadas pasadas.

Otra línea debería analizar las regiones que corresponden a los grandes proyectos extractivos y de producción de productos primarios que son de particular relevancia en los últimos años.¹¹

Algunas preguntas

¿Qué está pasando en estas regiones y ciudades de nueva producción? ¿En qué medida las políticas de incentivos fiscales que dieron lugar a la producción de nuevos bienes en regiones y ciudades periféricas permitirían hoy pensar en procesos crecientemente virtuosos de creación de variedad y desarrollo de nuevos productos? ¿En qué medida esas regiones y ciudades albergan actividades con bloqueos significativos a la emergencia de procesos virtuosos de innovación y desarrollo de nuevas capacidades?

En cuanto a las regiones de más reciente crecimiento alrededor de actividades extractivas y primarias: ¿en qué medida se están creando sistemas productivos relativamente complejos, en términos de su densidad productiva y complejidad institucional? ¿En qué medida esos sistemas atienden problemas relevantes asociados con la inclusión social y la sostenibilidad ambiental o simplemente forman parte de cadenas globales donde quienes se apropian de la renta no son los agentes locales?

El surgimiento de regiones y zonas de regiones con una densa composición de firmas pequeñas y medianas y fertilidad territorial

Problema

Como parte del proceso de transformación urbano-regional de las últimas décadas –aunque parte de procesos de más largo aliento que se remontan a comienzos del siglo xx– se perfilan ciertas regiones dentro de cada país con un perfil particularmente interesante de sus sistemas productivos y de innovación. No se trata, necesariamente, de sus ciudades más grandes, aunque en algunos casos incluyan partes de algunas de ellas.

11 En este aspecto, es probable que un enfoque estructuralista tenga más para aportar que el evolucionismo, dado su interés en no solo entender el desarrollo regional como resultado de los procesos endógenos de cambio (desarrollo desde dentro, según Schumpeter) sino también en considerar la evolución del capitalismo global y su impacto sobre el territorio.

Nos referimos a ciertos lugares del centro de la Argentina, como el centro-sur de Santa Fe, Mar del Plata o Mendoza, o a algunas localidades del centro-sur de Brasil. Se trata, en general, de ciudades de un cierto tamaño con ciertas características sociales y productivas. Son ciudades y regiones que tienden a tener altos niveles relativos de cohesión social (en comparación con otras zonas de los respectivos países), con sistemas productivos relativamente diversificados y con una gran presencia de firmas pequeñas y medianas. En general también se trata de ciudades con un sistema institucional relativamente desarrollado tanto en el ámbito estatal como en el privado.

La perspectiva de la geografía económica evolucionista

Planteo

Desde una perspectiva evolucionista cabe preguntarse por las historias económicas de estas ciudades y regiones y por los procesos de construcción de capacidades locales. También cabe preguntarse en qué medida algunas de esos sistemas productivos están renovándose y recreándose y cuál es el sentido de sus principales tendencias.

Algunas preguntas

Podrían plantearse un conjunto de preguntas que apunten a conocer mejor los procesos de largo y mediano plazo que están por detrás de lo que observamos hoy en estas ciudades y regiones. También podrían formularse algunas preguntas que examinen ciertos procesos de mucho más corto desarrollo.

Por ejemplo: ¿en qué medida cada una de estas regiones y ciudades aprovecharon algunas de las ventanas de oportunidad asociadas con las enormes inversiones en transporte y comunicaciones que se dieron al comienzo del siglo XX? ¿En qué medida cada una de estas ciudades y regiones aprovecharon otras ventanas de oportunidad como fueron la inmigración y la expansión de los mercados nacionales luego de 1930?

En este marco del mediano y largo plazo, podrían ser particularmente fructíferas ciertas preguntas referidas a la construcción de instituciones, en especial, pero no solo de aquellas relacionadas más estrechamente con

la actividad económica. ¿Cómo y a través de qué mecanismos muchas de estas regiones fueron iniciando actividades relacionadas entre sí a través de economías de escala, alcance y variedad?

En términos de un examen de procesos de más corto plazo y teniendo en cuenta que estas ciudades y regiones tienden a ser ejemplares en el ámbito nacional: ¿de qué manera y a través de qué procesos se van desarrollando las rutinas que hilvanan los procesos de innovación y de desarrollo de nuevas capacidades?

Reflexiones finales

En este capítulo hemos podido identificar algunas vacancias significativas en la bibliografía existente. Como ya señalamos, a pesar de su reciente desarrollo, la geografía económica evolucionista ya ha alcanzado un desarrollo significativo en el campo académico anglosajón, pero su desarrollo en castellano y portugués ha sido aún limitado. Explicar por qué esto es así es una pregunta en sí misma y no es algo que podamos responder acá. Además, hemos señalado en este capítulo que no parece haber reseñas sistemáticas ni de la principal bibliografía teórica de América Latina en geografía económica ni tampoco de los principales estudios empíricos sobre la geografía económica de nuestro continente. Estas vacancias, seguramente, han limitado nuestra capacidad de hacer una reflexión más profunda desde una perspectiva que privilegie las particularidades de los problemas y de la misma geografía económica de América Latina.

No hemos destacado en esta reseña que el pensamiento económico latinoamericano contemporáneo de raíz neoestructuralista tiene diversas afinidades con la perspectiva evolucionista en economía (Cassiolato, Lastres y Peixoto, 2013): su énfasis en la dimensión temporal, el peso que les otorga a los microprocesos y la relevancia e irreversibilidad de los senderos. Todo esto más allá de que los pensadores latinoamericanos son más enfáticos con respecto a la importancia del poder y a la relevancia de las especificidades del aparato productivo latinoamericano. Podría señalarse, también, que esta perspectiva latinoamericana coloca gran peso explicativo a la capacidad de los agentes para crear y transformar su estructura de encadenamientos, su provisión de servicios, materias primas e insumos y el entorno institucional que enmarca su funcionamiento,

del mismo modo que lo hacen la mayoría de los geógrafos evolucionistas (ver el temprano argumento en ese sentido de Storper y Walker, 1989).

En la última sección del trabajo hicimos una breve identificación y caracterización de tres grandes temas de la geografía económica de América Latina que podrían ser examinados provechosamente desde los lentes que nos provee una perspectiva evolucionista: el desarrollo territorial desigual, la transformación de la geografía urbana y regional de América Latina y el surgimiento de regiones y zonas de regiones con una densa composición de firmas pequeñas y medianas y fertilidad territorial. Esa discusión debería ser complementada con una lectura sistemática de los estudios existentes. Esa lectura permitiría identificar cuáles son los temas sobre los que ya tenemos un cierto avance y aquellos que requerirían el desarrollo de nuevos proyectos de investigación.

Bibliografía

- Agis, E.; Cañete, C. y Panigo, D. (2013). “El impacto de la asignación universal por hijo en la Argentina. Presentación formal de los resultados anticipados en 2010”. *Empleo, Desempleo e Políticas de Empleo*, vol. 15 (tercer trimestre), pp. 1-75.
http://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/17814/CONICET_Digital_Nro.20778.pdf?sequence=1
- Amin, A. y Thrift, N. (2000). “What Kind of Economic Theory for what Kind of Economic Geography?”. *Antipode*, vol. 32, pp. 4-9.
- Aoyama, Y.; Murphy, J. T. y Hanson, S. (2011). *Key Concepts in Economic Geography*. Londres: SAGE.
- Bagnasco, A. (1977). *Tre Italie. La problematica territoriale dello sviluppo italiano*. Bologna: Il Mulino.
- Barnes, T. J. (1996). *Logics of Dislocation: Models, Metaphors, and Meanings of Economic Space*. Nueva York: Guilford Press.
- (2001). “Rethorizing Economic Geography: from the Quantitative Revolution to the ‘Cultural Turn’”. *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 91, n° 3, pp. 546-565.
- Barnes, T. J. y Sheppard, E. (2010). “‘Nothing Includes Everything’: towards Engaged Pluralism in Anglophone Economic Geography”. *Progress in Human Geography*, vol. 34, n° 2, pp. 193-214.

- Berry, B. (1999). “Déjà Vu, Mr. Krugman”. *Urban Geography*, vol. 20, n° 1, pp. 1-2.
<http://www.uvm.edu/~pdodds/files/papers/others/everything/berry1999a.pdf>
- Borello, J. A. (1992). “The Question of Identity and the Generation of Knowledge in Latin American Regional Planning Theory: Coraggio, Boisier, Rofman and De Mattos”. *International Journal of Urban and Regional Research*, vol. 16, pp. 602–622.
- Boschma, R. y Frenken, K. (2006). “Why Is Economic Geography not an Evolutionary Science? Towards an Evolutionary Economic Geography”. *Journal of Economic Geography*, vol. 6, n° 3, pp. 273-302.
- Boschma, R. y Martin, R. (2007). “Editorial: Constructing an Evolutionary Economic geography”. *Journal of Economic Geography*, vol. 7, n° 5, pp. 537-548.
- (comps.) (2010). *The Handbook of Evolutionary Economic Geography*. Northampton, MA: Edward Elgar.
- Browder, J. O. (1997). *Rainforest Cities: Urbanization, Development, and Globalization of the Brazilian Amazon*. Nueva York: Columbia University Press.
- Campolina Diniz, C. (1993). “Desenvolvimento poligonal no Brasil: nem desconcentração, nem contínua polarização”. *Nova Economia*, vol. 3, n° 1, pp. 35-64. http://www.face.ufmg.br/novaeconomia/sumarios/v3n1/030103.pdf?origin=publication_detail
- Carrasco, J. S. (2003). “Innovación y actores locales en los nuevos espacios económicos: Un estado de la cuestión”. *Boletín de la A.G.E. (Asociación de Geógrafos Españoles)*, n° 36, pp. 7-30.
<http://www.boletinage.com/articulos/36/3601.pdf>
- De Almeida Vasconcelos, P. (1985). “Questões espaciais sobre o ‘setor informal’ urbano: o caso do Brasil”. *Revista Geográfica*, n° 101, pp. 53-62. <http://www.jstor.org/stable/40992484>.
- De Castro, J. A. y Modesto, L. (comps.) (2010). *Bolsa Família 2003-2010: avanços e desafios*. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3246/1/livro_bolsafamilia2003-2010_vol2.pdf

- Fujita, M. y Krugman, P. (2004). "The New Economic Geography: Past, Present and the Future". *Papers Reg. Sci.*, vol. 83, pp. 139-164.
- Gilbert, A. (1976). "The Arguments for Very Large Cities Reconsidered". *Urban Studies*, vol. 13, n° 1, pp. 27-34.
- Glasmeyer, A. K.; Leichenko, R.; Fuellhart, K.; Bodenman, J.; Langer, J.; Pavlik, C. y Barnes, T. (1997). "Global and Local Challenges to Theory, Practice, and Teaching in Economic Geography. Final Report of the 1997 National Science Foundation Workshop on the Future of Economic Geography". Pennsylvania State University: The Institute for Policy Research and Evaluation (panfleto, 28 pp.).
- Gregory, D.; Johnston, R.; Pratt, G.; Watts, M. y Whatmore, S. (comps.). (2009). *The Dictionary of Human Geography*. Nueva York: John Wiley & Sons.
- Hardoy, J. E. y Satterthwaite, D. (1986). *Small and Intermediate Urban Centres: their Role in National and Regional Development in the Third World*. Boulder, Colorado: Westview Press / Hodder and Stoughton.
- Harvey, D. (1969). *Explanation in Geography*. Londres: Edward Arnold. Publicado en castellano como *Teorías, leyes y modelos en geografía*. Madrid: Alianza.
- (1973). *Social Justice and the City*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- (1989). *The Condition of Postmodernity*. Oxford: Blackwell.
- Hosono, A.; Iizuka, M. y Katz, J. (comps.) (2016). *Chile's Salmon Industry. Policy Challenges in Managing Public Goods*. Nueva York: Springer.
- Knox, P. L. (1991). "The Restless Urban Landscape: Economic and Sociocultural Change and the Transformation of Metropolitan Washington, DC". *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 81, n° 2, pp. 181-209.
- Kogler, D. F. (editor invitado) (2015). "Special Issue: Evolutionary Economic Geography: Theoretical and Empirical Progress". *Regional Studies*, vol. 49, n° 5.
- Krugman, P. (2011). "The New Economic Geography, Now Middle-Aged". *Regional Studies*, vol. 45, n° 1, pp. 1-7.

- Krumme, G. (1969). "Toward a Geography of Enterprise". *Economic Geography*, vol. 45, n° 1, pp. 30-40. <http://www.jstor.org/stable/143176>
- Lacoste, Y. (1976). *La géographie, ça sert, d'abord, à faire la guerre*. París: Maspero.
- MacKinnon, D.; Cumbers, A.; Pike, A.; Birch, K. y McMaster, R. (2009). "Evolution in Economic Geography: Institutions, Political Economy, and Adaptation". *Economic Geography*, vol. 85, pp. 129-150.
- Markusen, A. (1996). "Sticky Places in Slippery Space: A Typology of Industrial Districts". *Economic Geography*, vol. 72, n° 3, pp. 293-313.
- Martin, R. (2000). "Institutional Approaches in Economic Geography". En Barnes, T. J. (comp.), *A Companion to Economic Geography*, pp. 77-94. Oxford: Blackwell.
- Martin, R. y Sunley, P. (2006). "Path Dependence and Regional Economic Evolution". *Journal of Economic Geography*, vol. 6, n° 4, pp. 395-437.
- McNee, R. B. (1959). "The Changing Relationships of Economics and Economic Geography". *Economic Geography*, vol. 35, n° 3, pp. 189-198.
- Nelson, R. y Winter, S. G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Boston: Belknap Press of Harvard University Press.
- Porter, M. (1998). "Clusters and the New Economics of Competition". *Harvard Business Review* (nov.-dic.), pp. 77-90.
http://www.rimisp.org/wp-content/uploads/2012/07/31_rimisp_Cardumen.pdf
- Pred, A. R. (1966). *The Spatial Dynamics of US Urban-Industrial Growth, 1800-1914: Interpretative and Theoretical essays*. Cambridge, MA: MIT Press.
- (1967). "Behaviour and Location, Foundations for a Geographic and Dynamic Location Theory. Part I". Lund: Dep. Geogr. R. Univ. Lund. <http://www.cabdirect.org/abstracts/19681800895.html;jsessionid=91091276618987A9D61DC11EB494F187>
- Regitz Montenegro, M. (2012). "A teoria dos circuitos da economia urbana de Milton Santos: de seu surgimento à sua atualização". *Revista Geográfica Venezuelana*, vol. 53, pp. 1. <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/35601>

- Sabel, C. y Piore, M. (1984). *The Second Industrial Divide: Possibilities for Prosperity*. Nueva York: Basic Books.
- Saxenian, A. (1996). *Regional Advantage*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Sayer, A. y Morgan, K. (1985). "A Modern Industry in a Declining Region: Links between Method Theory and Policy". En Massey, D. y Meegan, E. (comps.), *Politics and Method: Contrasting Studies in Industrial Geography*, pp. 147-168. Londres: Methuen.
- Schoenberger, E. (1991). "The Corporate Interview as a Research Method in Economic Geography". *The Professional Geographer*, vol. 43, n° 2, pp. 180-89.
- (1997). *The Cultural Crisis of the Firm*. Nueva York: Blackwell.
- Schumpeter, J. A. (1934). *The Theory of Economic Development: An Inquiry Into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle*. New Brunswick: Transaction Publishers.
- Scott, A. J. (1971). *Combinatorial Programming, Spatial Analysis, and Planning*. Londres: Methuen.
- (1988). *Metropolis: from the Division of Labor to Urban Form*. Berkeley: University of California Press.
- (1993). *Technopolis: High-Technology Industry and Regional Development in Southern California*. Berkeley: University of California Press.
- (2000). "Economic Geography: The Great Half-Century". *Cambridge Journal of Economics*, vol. 24, n° 4, pp. 483-504.
- Scott, A. J. y Storper, M. (comps.) (1986). *Production, Work, Territory: the Geographical Anatomy of Industrial Capitalism*. Boston: Allen & Unwin.
- Smith, N. (1984). *Uneven Development: Nature Capital and the Production of Space*. Oxford: Basil Blackwell.
- Storper, M. (1997). *The Regional World: Territorial Development in a Global Economy*. Nueva York: Guilford Press.
- (2011). "From Retro to Avant-Garde: a Commentary on Paul Krugman's 'The New Economic Geography, Now Middle-Aged'". *Regional Studies*, vol. 45, n° 1, pp. 9-15.

- Storper, M. y Walker, R. (1983). "The Theory of Labour and the Theory of Location". *International Journal of Urban and Regional Research*, vol. 7, n° 1, pp. 1-43.
- (1989). *The Capitalist Imperative: Territory, Technology, and Industrial Growth*. Nueva York: Basil Blackwell.
- Vapñarsky, C. A. (1995). "Primacía y macrocefalia en la Argentina: la transformación del sistema de asentamiento humano desde 1950". *Desarrollo Económico*, vol. 35, n° 138, pp. 227-254.
- Vapñarsky, C. A. y Gorojovsky, N. (1990). *El crecimiento urbano en la Argentina*. Buenos Aires: Grupo Editor Latinoamericano-IIED.
- Wise, M. J. (1949). "On the Evolution of the Jewellery and Gun Quarters in Birmingham". *Transactions and Papers (Institute of British Geographers)*, n° 15, pp. 59-72. <http://www.jstor.org/stable/621031>
- Wright, M. W. (1997). "Crossing the Factory Frontier: Gender, Place and Power in the Mexican Maquiladora". *Antipode*, vol. 29, n° 3, pp. 278-302.

Capítulo 15

Paradigmas y trayectorias tecnológicas, estrategias corporativas y posibilidades de entrada para países en desarrollo: reflexiones a partir del caso de las biotecnologías

Pablo Lavarello y Graciela Gutman

Introducción

El interés de este capítulo se centra en el estudio de las dinámicas micro-económicas y sectoriales de industrias basadas en la ciencia. Se trata de industrias en las que las oportunidades abiertas por la ciencia son significativas, pero que no necesariamente comparten un patrón común de innovación. Dependiendo de las fases de su trayectoria tecnológica, las estrategias de las empresas enfrentan un contexto de alta incertidumbre ante sucesivas rupturas de los parámetros existentes. En este contexto, la tecnología ocupa un lugar central en las estrategias de las firmas y afecta sus estructuras organizacionales y sus portafolios de capacidades tecnológicas.

En ese marco, resultan de alto interés los abordajes históricos que, inspirados en el concepto de ondas largas de Kondratieff (1935), buscaron identificar regularidades en el despliegue de las tecnologías en los sistemas productivos a fin de analizar la emergencia del paradigma de la microelectrónica con una variada gama de productos y procesos que dieron lugar a la reestructuración de varias industrias (Freeman *et al.*, 1982; Pérez, 1983).

De igual manera, desde mediados de los años setenta un conjunto de descubrimientos científicos basados en el conocimiento de la estructura del ADN dieron lugar a oportunidades de desarrollo de nuevos productos y procesos con el potencial de reestructurar industrias enteras.¹ Estas primeras promesas de la biotecnología abrieron nuevas áreas de I+D, desde las aplicaciones de salud hasta la producción de sustitutos de plásticos. La aplicación de tecnologías de bioprocesamiento ofrecía oportunidades mayores de revertir la tendencia a la caída de la tasa de ganancia, a partir de un aumento en la productividad y la disminución consecuente del costo de las materias primas. De esta forma, se abría la posibilidad de que todo producto de la química orgánica y la química de síntesis pasara a ser elaborado por un proceso biológico o de que prácticamente todas las moléculas orgánicas fueran obtenidas por vías biológicas. La magnitud de dichas oportunidades explica la alta prioridad que tenían ya para aquel momento los grandes programas nacionales de biotecnología de los países desarrollados. Aun si estas oportunidades no se han traducido por el momento en la reestructuración del conjunto de las actividades industriales, despertaron el interés de los grupos líderes de la química y de las industrias alimentarias desde mediados de los años setenta (Chesnais, 1979; 1981; Gutman y Lavarello, 2006).²

Esto nos lleva a preguntarnos cuáles son las implicancias de los cambios tecnológicos para los países de la periferia. Contrariamente a la vi-

1 Durante la larga expansión de la posguerra, la síntesis química ocupó un rol central en la superación de las restricciones que imponían los ciclos biológicos en la producción de materias primas agrícolas. El crecimiento rápido era posible gracias a la capacidad de la química orgánica y de síntesis de fabricar de modo industrial un número creciente de materias primas a una gran escala con valores unitarios decrecientes, liberando a la industria de las restricciones y límites estrechos fijados por los tiempos de rotación asociados con la maduración natural de los productos agrícolas (colorantes, maderas, fibras, caucho, plantas, frutos oleaginosos) o de la ganadería (lana, cuero). No obstante, dicho desplazamiento de las restricciones impuestas por la agricultura no tardaría en enfrentar nuevos límites: por un lado, aquellos asociados con la caída en la tasa de rentabilidad del capital, y por el otro, con el agotamiento potencial de los recursos naturales no renovables.

2 La identificación masiva de nuevos blancos terapéuticos y de nuevas moléculas generaron la expectativa entre los grupos farmacéuticos de superar el agotamiento de la síntesis química de moléculas. El desarrollo de biopolímeros que sustituyen a los plásticos en numerosas aplicaciones industriales despierta el interés de los grupos de la química buscando evitar los costos crecientes de las tecnologías basadas en el petróleo. El desarrollo de nuevas enzimas recombinantes más efectivas y con efectos en las características de los productos finales abre un amplio abanico de usos en las nuevas industrias asociadas con la biotecnología y en industrias maduras (productos de limpieza, alimentos, textiles, tratamiento de efluentes, etcétera).

sión convencional adoptada en la teoría económica estándar, la tecnología no es un bien público ni es un activo de igual acceso para todos los jugadores en los procesos competitivos, pues es una de las principales barreras de entrada para las empresas de los países periféricos. Son las empresas líderes de las industrias de base química a nivel mundial las que cuentan con mayor posibilidad, por un lado, de diversificar sus bases de conocimiento desarrollando conocimientos en biotecnología en sus propios departamentos de I+D, y por otro lado, de acceder a fuentes externas de conocimiento a partir de acuerdos de cooperación con las universidades y centros de investigación públicos. Ciertos autores han demostrado cómo ambos aspectos se refuerzan, en la medida en que las capacidades tecnológicas internas juegan el doble rol de generar innovaciones y al mismo tiempo de tener los conocimientos para identificar, adoptar y asimilar las nuevas oportunidades tecnológicas (Perroux, 1973; Cohen y Levinthal, 1989, Antonelli, 1999).

En este contexto, son limitados los grados de libertad que tienen las empresas de los países periféricos para insertarse en los mercados de media o alta tecnología. Sin embargo, la historia de las revoluciones tecnológicas muestra que han existido períodos en los procesos de despliegue de las tecnologías en los cuales hay posibilidades de entrada de nuevos jugadores (Pérez y Soete, 1988; Pérez, 2001). En línea con los aportes de Fai y Von Tunzelmann (2000), en este trabajo avanzaremos sobre esta hipótesis planteando que es posible que en esos períodos coexistan distintas trayectorias tecnológicas sectoriales, que pueden o no converger dando lugar a un patrón común de cambio tecnológico. No solo las condiciones tecnológicas externas determinan la posibilidad de entrada de las firmas de países en desarrollo. Existen aspectos organizacionales que son centrales para explicar las posibilidades de entrada. Plantearemos como hipótesis que, ante la multiplicación de conocimientos y trayectorias tecnológicas, los grandes grupos enfrentan limitaciones en la adecuación de sus bases de conocimiento y estructuras organizacionales a las nuevas oportunidades abiertas por las tecnologías. La teoría evolucionista de la firma brinda importantes elementos conceptuales para analizar estas dinámicas desde una perspectiva microeconómica que dé cuenta de los cambios en los portafolios de capacidades tecnológicas de las firmas y de su coherencia (Nelson, 1991; Dosi, Winter y Teece, 1990; Teece, Rumelt, Dosi, 1994). Por su parte los enfoques neoinstitucionalistas basados en los costos de transacción permitirán analizar bajo ciertas condiciones tecnológicas las formas de *governance* más eficientes.

A partir de estos enfoques teóricos, en este capítulo se busca construir un marco conceptual que permita, por un lado, identificar apreciativamente cuáles son las dinámicas de acumulación tecnológica de las empresas líderes mundiales frente a la emergencia de la biotecnología, y por el otro, cómo los cambios en las estrategias innovativas de las firmas líderes en el marco de las revoluciones tecnológicas van definiendo las condiciones competitivas en las que se insertan las empresas (o grupos) de los países periféricos. Ello nos permite elaborar una grilla conceptual que permita explicar, desde un enfoque apreciativo, las estrategias innovativas de las empresas de los países periféricos frente a la revolución biotecnológica.

La biotecnología, ¿nuevo paradigma tecnoeconómico o nuevos paradigmas tecnológicos?

El estudio en perspectiva histórica de las revoluciones tecnológicas nos permite identificar ciertas regularidades en la difusión de las tecnologías. En los últimos treinta años, la biotecnología, junto con las TIC (tecnologías de la información y de la comunicación) y la nanotecnología, constituyen las principales fuentes de oportunidades tecnológicas para un amplio conjunto de actividades. Como discutiremos en esta sección, existen ciertos aspectos que se repiten y otros que son nuevos. Visualizar las condiciones que se presentaron en las revoluciones previas nos permitirá discutir en forma especulativa si las biotecnologías comprenden también una nueva revolución tecnológica o comprenden un conjunto de innovaciones radicales que modifica la dinámica de ciertos sectores particulares.

Diversos conceptos han sido desarrollados por la literatura para definir la naturaleza del cambio tecnológico radical: paradigmas tecnoeconómicos, paradigmas tecnológicos, regímenes tecnológicos, trayectorias, diseños dominantes. Estos conceptos muchas veces se yuxtaponen, otras hacen referencia a distintos grados de generalidad. Por el momento, es relevante distinguir entre la noción de paradigmas tecnoeconómicos y paradigmas tecnológicos (Pérez, 1983; Dosi, 1988). Los paradigmas tecnológicos tienen un alcance limitado a un sector o conjunto de sectores económicos y hacen referencia a un patrón de solución de un conjunto seleccionado de problemas tecnoeconómicos, basado en principios científicos seleccionados, a partir de los cuales se generan heurísticas de

I+D para un conjunto acotado de productos. Los paradigmas tecnoeconómicos, por su parte, constituyen una suerte de “metaparadigma” que no solo incluye varios paradigmas tecnológicos sino también formas de organización e instituciones que abarcan al conjunto de actividades de la economía.

Revoluciones tecnológicas: una perspectiva histórica

La literatura neoschumpeteriana ofrece un marco teórico adecuado para analizar el rol que juegan las revoluciones tecnológicas en la recomposición de las condiciones de acumulación (Freeman *et al.*, 1982; Freeman y Pérez, 1988). Esta literatura sostiene que cada revolución tecnológica proveerá un nuevo paradigma tecnoeconómico, esto es, un conjunto de tecnologías genéricas y principios organizacionales interrelacionados, que no solo implicarán la emergencia de nuevos sectores sino que serán capaces de rejuvenecer a las industrias maduras al permitirles recomponer su rentabilidad. Un análisis detallado de los aspectos tecnológicos, organizacionales e institucionales y sus interacciones en cada revolución tecnológica posibilita analizar las condiciones de emergencia, maduración y declive de cada tecnología.

Es así que en la primera revolución tecnológica de 1770-1830 las limitaciones que los procesos manuales y de las herramientas simples imponían al ritmo necesario de aumento en la productividad son “resueltas” por las máquinas hiladoras hidráulicas en la industria textil, luego extendidas a una variedad de nuevos usos. La capacidad de diseñar y mejorar sistemas de mano de obra, herramientas, equipos y procesos a partir de una fuente dada permite un avance sin igual en la capacidad productiva, con un menor requerimiento de trabajo vivo por unidad de producción. Con la segunda revolución industrial, seguida del período de la prosperidad victoriana, el lanzamiento del motor de vapor Rocket como propulsión del ferrocarril y las sucesivas innovaciones incrementales van a posibilitar reducir los límites de la localización de las fábricas en el margen de los ríos. Esto permitirá aumentar la escala de producción al mismo tiempo que ampliará los mercados con el desarrollo del ferrocarril. El desarrollo de plantas de reducción de acero de Carnegie Ressenner y las capacidades de la ingeniería pesada posibilitarán superar los límites del hierro. En las sucesivas revoluciones tecnológicas siempre existió un conjunto de ramas motrices que se encontraban en el origen

de los aumentos de productividad (y reducción de costos) y un conjunto de ramas vectoras que, a través de efectos de encadenamiento de la inversión, fueron transformando al conjunto del sistema.

Para su extensión al conjunto del sistema económico, cada revolución tecnológica requiere la difusión al conjunto del sistema económico del factor clave –frecuentemente una fuente de energía, a veces cierta materia prima crítica, otras una infraestructura de transporte o comunicación– que posibilite disminuciones sensibles y duraderas de costos en una amplia gama de actividades. Estos cambios permiten recomponer la rentabilidad y las condiciones de acumulación, ya sea por medio de aumentos de la productividad y de la velocidad de rotación del capital, o bien a través de disminuciones sensibles del costo de las materias primas. Este fue el caso de la producción de carbón coque para superar la dependencia del ciclo biológico del carbón forestal en el pasaje de la primera revolución industrial a la prosperidad victoriana, o la utilización de los derivados de petróleo como insumo clave durante la “edad de oro” del fordismo, lo que permitió la emergencia de industrias petroquímicas que sustituyen una amplia variedad de materias primas. De la misma forma, el desarrollo de las capacidades de ingeniería pesada que marcará el inicio de la Belle Époque permitirá producir acero a costos decrecientes y desarrollar una gama más amplia de máquinas y medios de transporte en forma competitiva. Por su parte, desde los años ochenta, la producción de semiconductores baratos y con alta potencia (“una computadora en un chip”) dará lugar al desarrollo de equipos informáticos, software y telecomunicaciones con efectos sensibles sobre la productividad y la posibilidad de disminuir los tiempos de rotación del capital al permitir desintegrar verticalmente la producción manteniendo el control del proceso conjunto.

Ciertos trabajos sostienen que las biotecnologías y las nanotecnologías pueden llegar a constituirse en revoluciones tecnológicas en la medida en que permitan superar transitoriamente los límites del paradigma tecnoeconómico previo (The Royal Society, 2004; Meyer, 2007; Bradley, 2008; Gutman y Lavarello, 2009). Contra lo que se sostiene regularmente en ciertos análisis de prospectiva, si bien la revolución de las TIC ha permitido aumentar la productividad, reducir los tiempos de rotación del capital y explotar *on line* las diferencias salariales entre distintos países, no ha logrado vencer las limitaciones de la dependencia de energía fósil ni generar una disminución sensible en los costos de las materias primas. Las capacidades de tratamiento y circulación de la información se

han multiplicado en las últimas décadas, pero aún existen importantes incógnitas en la comprensión y modificación de los procesos biológicos o fisicoquímicos a nivel nanométrico. Es así que, en el caso de la biotecnología industrial, el desarrollo de sustitutos de plásticos y otros productos industriales a partir de la biomasa permitiría superar los límites impuestos por el aumento del costo del petróleo como insumo clave. De allí el interés de los grandes grupos de la química en desarrollos de biorrefinerías y de enzimas que permitan reemplazar (o acelerar) los procesos de síntesis química. La nanotecnología posibilitaría desarrollar y producir en escala masiva nuevos materiales con nuevas propiedades físicas y químicas que operan a escala nanométrica.

Para que este conjunto de tecnologías dé lugar a la emergencia de un nuevo paradigma tecnoeconómico, es necesario que se satisfagan un conjunto de condiciones en la base de conocimientos, las capacidades y el sistema productivo que permitan superar los límites de las tecnologías previas (Pérez, 2001): i) una base de conocimientos científicos y tecnológicos altamente interconectada a partir de ciertas tecnologías genéricas de carácter transversal, ii) capacidades complementarias de los trabajadores en la producción y el diseño, iii) un conjunto de proveedores comunes de bienes de capital y otros insumos productivos, iv) interrelaciones dinámicas de mercado, en las que una industria es cliente principal de otra, v) infraestructuras comunes que posibiliten aprendizajes en el uso y la difusión masiva hacia otros sectores. Condiciones tecnoeconómicas que, como la demuestra la experiencia histórica, son indisociables de cambios institucionales profundos, que van desde los grandes programas de compra estatal hasta la generación de mecanismos de financiamiento que reasignen del excedente desde los sectores maduros hacia las nuevas actividades.

De esta forma, cada revolución proveerá un conjunto de tecnologías genéricas y principios organizacionales interrelacionados capaces de rejuvenecer a ciertas industrias maduras al permitirles recomponer su rentabilidad y posibilitar el surgimiento de nuevas industrias. Los autores neoschumpeterianos profundizarán esta concepción de revolución tecnológica a partir de un análisis detallado de los aspectos tecnológicos, organizacionales e institucionales y sus interacciones en cada revolución tecnológica. Cada revolución tecnológica es acompañada por un conjunto de principios de gestión en la mejor práctica, que junto a las tecnologías genéricas, da lugar a la emergencia de paradigmas tecnoeconómicos, que rompen los hábitos organizacionales preexistentes en la tecnología,

la economía, la gestión y las instituciones sociales, definiendo un nuevo modelo y patrón de prácticas innovativas “normales” con buenos desempeños para aquellos sectores que los adopten.

La biotecnología como diversidad de paradigmas tecnológicos

Partiremos preguntándonos si efectivamente la biotecnología cuenta con una base de conocimientos común y un patrón de prácticas innovativas “normales”. Aunque las biotecnologías ya se han difundido ampliamente en diversos sectores, cabe interrogarse si se encuentran en una fase “preparadigmática”, al igual que lo estaba la revolución tecnológica basada en el petróleo y el automóvil hacia el final del siglo XIX o la electrónica en los años cincuenta, con la televisión a válvula, el radar y ciertos equipos a control numérico en los años sesenta.

En las etapas preparadigmáticas, existen conjuntos de heurísticas de resolución de problemas que avanzan por múltiples trayectorias tecnológicas, eventualmente convergiendo en un único paradigma tecnoeconómico. Desde los años ochenta se comercializan medicamentos desarrollados con técnicas de ADN recombinante, desde los años noventa existen materiales nanoestructurados en una amplia gama de productos comercializados y equipos que permiten el *screening* masivo de moléculas. Cada uno de estos productos responde a una base de conocimientos diferente, con diferentes usos y proveedores. Pero aún es impredecible saber cuál será el factor clave que disminuya sensiblemente los costos de controlar las fuerzas de la vida y de lo infinitamente pequeño.³

De estas consideraciones generales es posible plantear como hipótesis que la biotecnología aún no se ha consolidado como paradigma tecnoeconómico que permita revolucionar el conjunto de las actividades económicas, sino que la misma comprende un conjunto de paradigmas tecnológicos con bases de conocimiento y patrones sectoriales de innovación heterogéneos. Como indagaremos más adelante, es importante analizar si en las biotecnologías existe una base de conocimientos común a las distintas tecnologías e industrias. Solo en la medida en que las bases de conocimiento y las trayectorias innovativas converjan en un

³ El análisis a partir de patentes presentado en Lavarello (2016) permite inferir que existe alguna convergencia entre las biotecnologías industriales, no así entre estas y las biotecnologías en salud.

conjunto de patrones comunes de solución de problemas técnicos y de gestión, con un nuevo factor clave que afecte sustantivamente las condiciones de costos de la mayor parte de las actividades económicas, nos encontraríamos ante un nuevo paradigma tecnoeconómico. Mientras tanto podemos sostener que existen diversos paradigmas tecnológicos sectoriales con sus propias heurísticas de solución de problemas, ante lo cual los grandes grupos industriales pueden llevar adelante estrategias de diversificación tecnológica, modificando sus formas de *governance* y coherencia tecnológica.

Reconfiguración de las estrategias de los grandes grupos diversificados: enseñanzas de la moderna teoría de la firma

La coexistencia de múltiples trayectorias tecnológicas con bases de conocimientos y capacidades tecnológicas diferentes será un factor determinante de las estrategias de las firmas y sus formas de organización. Los aportes recientes de la teoría de la firma nos brindan elementos conceptuales para explicar por qué las empresas llevan adelante estrategias de diversificación tecnológica y de externalización de ciertas actividades en sus cadenas de valor.

La empresa verticalmente integrada:
abordajes histórico-institucionales

Los abordajes históricos han buscado explicar por qué las formas de organización integradas verticalmente prevalecieron desde mediados del siglo XIX. El trabajo de Chandler constituirá el punto de partida de esta problemática de investigación (Chandler, 1962; Chandler, 1990).

A partir de un enfoque histórico, Chandler sostiene que la corporación multidivisional altamente integrada es la respuesta organizacional frente a la dificultad de resolver los problemas de incertidumbre asociados a su expansión de largo plazo, ya sea a nuevos mercados geográficos o a nuevos productos relacionados (Chandler, 1962). La explotación de economías de escala y de variedad (*scope*), incitada por la competencia oligopolista, explicó la dinámica de crecimiento de estas firmas, de las industrias que dominaban y de las economías nacionales en las que las mismas se originaron (Chandler, 1990). La continua diversificación en

nuevos mercados tornó imposible la coordinación de las actividades operativas y la necesidad de diseñar e implementar planes de largo plazo para las diversas líneas de productos. La dirección verticalmente integrada emergió como forma de organización prevaleciente en esa época tras las revoluciones en las comunicaciones y el transporte en la economía de Estados Unidos. Los cambios en las tecnologías asociados a las técnicas de producción en gran escala requerían no solo coordinar grandes volúmenes de producción sino también grandes volúmenes de insumos, que la “mano invisible” del mercado no podía coordinar. La solución fue establecer divisiones dentro de la firma para administrar la producción y distribución de las principales líneas de productos y mercados regionales, y direcciones generales (*headquarters*) para administrar la empresa en su totalidad. En ese contexto, la dirección contaba con las capacidades gerenciales generales para absorber la incertidumbre y transformarlas en flujos de información estandarizados. El desarrollo de sistemas de información internos basados en la publicación de balances trimestrales jugaba un rol central en la reducción de la incertidumbre. Cada una de las divisiones que formaban parte de la corporación operaba con relativa autonomía bajo la supervisión financiera de la dirección, manteniendo un alto grado de integración de las distintas actividades de las cadenas de valor, cuyas interfaces se encontraban reguladas por rígidos estándares de partes y piezas.

Si bien la gran firma multidivisional reemplaza en parte al mercado a partir de la integración vertical, su desarrollo no hubiera sido posible sin cambios en las instituciones que posibilitaron la fuerte concentración y centralización de los capitales. Para que la gran corporación fuera viable, fue necesario un conjunto de cambios institucionales asociados a la aparición de la sociedad anónima que consolidaron una división entre los propietarios y la dirección de la corporación. Una dirección profesionalizada con capacidades de gestión genéricas que a través de estándares contables realizaban un control financiero de las distintas divisiones de la gran empresa.

Desde una perspectiva diferente, los enfoques neoinstitucionalistas ofrecieron como principal explicación de la integración vertical la existencia de costos en el sistema de precios (Coase, 1937). Las instituciones ya no serían reglas, leyes o normas con relativa estabilidad que actuaban como soporte del mercado y de la división del trabajo, sino que eran asimiladas a formas de *governance* alternativas. De esta manera, el enfoque histórico cede lugar a una explicación metodológicamente individualista

de las instituciones, que hace hincapié en el oportunismo poscontractual como explicación de la integración vertical (Williamson, 1975, 1985, 1990). Según este enfoque, las relaciones económicas son asimiladas a transacciones entre agentes con racionalidad limitada, que no tienen capacidad cognitiva para redactar contratos completos, y en consecuencia bajo distintos supuestos sobre la especificidad de los activos eligen entre distintas formas de *governance* posibles. Mientras que el mercado sería una forma de coordinación eficiente en condiciones de baja especificidad de los activos, la integración vertical sería la forma de coordinación más eficiente en condiciones de alta especificidad de los activos involucrados en el marco de transacciones frecuentes. En el medio existiría un conjunto de formas de coordinación mixta o híbrida, en las que se combinarían elementos de la dirección jerárquica con elementos de mercado. La integración vertical se encuentra asociada a problemas de monitoreo y conclusión de los contratos bajo condiciones de oportunismo para activos y/o capacidades tecnológicas específicas dadas. Este enfoque desconoce el carácter dinámico de las capacidades tecnológicas. El único aprendizaje del que da cuenta es el de gestión de contratos, olvidando que en un contexto dinámico la integración vertical, lejos de ser un problema de oportunismo en el reparto de rentas basadas en capacidades existentes, constituye la única forma de *governance* posible ante la ausencia de estas capacidades en el mercado (Langlois, 2002). La experiencia de los países periféricos que discutiremos en la sección siguiente muestra que la ausencia de proveedores especializados lleva a distintas firmas a desarrollar sus propias capacidades para su provisión de componentes y piezas. La teoría de los costos de transacción resulta un abordaje adecuado para explicar la *governance* en industrias que alcanzan su etapa de madurez y la generación de nuevas capacidades tecnológicas ocupa un papel secundario en la determinación de la estructura organizacional de las empresas.

Los enfoques evolucionistas y la coherencia de la firma

Los enfoques evolucionistas de la firma resultan apropiados para analizar las estrategias y las formas de *governance* de las firmas en distintas etapas de la trayectoria de una tecnología, en la medida en que en ellos las tecnologías no están dadas, ya que van a explicar los cambios en la estructura organizacional de la firma apoyándose en la creación de lo

que podemos traducir como “capacidades tecnológicas” bajo distintos contextos de selección competitiva (Nelson y Winter, 1992; Dosi, Teece y Winter, 1990; Teece *et al.*, 1994). En forma sintética, el crecimiento de las firmas se explicaría por la acumulación de capacidades tecnológicas frente a la competencia, que actuaría, junto con las instituciones, como mecanismo de selección en el mercado.

Cabe señalar que los interrogantes iniciales de este enfoque no se orientaron a explicar la integración o externalización de actividades, sino que se proponen analizar por qué las empresas difieren, por qué se diversifican constituyendo carteras no aleatorias de actividades y cuáles son las lógicas que explican los cambios en estas carteras de actividades. No obstante, este enfoque planteará como corolario de estos interrogantes su propia hipótesis sobre los determinantes de la *governance* de la firma.

Influenciados por los aportes de Chandler y otros historiadores de la firma que documentaron la existencia de diferencias significativas en el comportamiento y desempeño de las empresas, el enfoque evolucionista considera que las firmas se diferencian entre sí porque cuentan con ciertas capacidades centrales específicas (Nelson, 1991). La dinámica de las firmas se explica por la interacción entre las estrategias, las estructuras organizacionales y las capacidades centrales bajo distintos mecanismos de selección. Las tres características son en cierto grado maleables, aunque modificar las últimas dos involucra costos considerables. En consecuencia, las capacidades van evolucionando en forma gradual como resultado del cambio en sus estrategias y estructuras organizacionales a lo largo del tiempo. Luego estas definen cierto grado de estabilidad en el conjunto de actividades que diferencian a las distintas firmas.

Conviene revisar someramente cada uno de los elementos que definen la dinámica de la firma. En línea con los aportes de Chandler, las *estrategias* incluyen el conjunto de compromisos amplios que definen y racionalizan los objetivos, así como los medios para alcanzarlos en un contexto competitivo dado. Se trata de un conjunto de lineamientos respecto del conjunto de productos y/o mercados en los que las empresas buscan expandirse y las ventajas competitivas que buscan desarrollar para ello.⁴ La *estructura organizacional*, también en el espíritu de Chandler,

⁴ A diferencia de la definición de la teoría de los juegos, la estrategia no es la solución óptima de un ejercicio de maximización de beneficios sujeto a la reacción de los rivales, ni define al detalle las acciones necesarias para cumplir los objetivos de la firma, sino que comprende ciertos lineamientos generales con respecto a las acciones y fines a llevar adelante frente a la competencia.

comprende cómo una empresa se organiza y es gobernada determinando las decisiones que son efectivamente adoptadas de acuerdo a la estrategia general. Da tal manera que una empresa cuya estrategia se basa en ser un líder tecnológico en un determinado conjunto de productos y no cuenta con operaciones de I+D, o cuyo director de I+D no tiene injerencia en las decisiones, claramente tiene una estructura que no se ajusta a su estrategia.⁵ Un cambio en la estrategia va a requerir un cambio en la estructura, aunque lo primero es más fácil de formular que lo segundo. Por último, la razón que justifica cambiar la estructura es la necesidad de aumentar el conjunto de cosas que la empresa sabe hacer bien, lo cual nos lleva al concepto de *capacidades centrales*.

Las capacidades centrales definen el “savoir faire” de las empresas. Una empresa agroalimentaria líder como Danone cuenta con capacidades en la producción de lácteos y una empresa como Motorola, en equipos de comunicación. La estrategia y la estructura condicionan las capacidades de una empresa, aunque lo que una empresa sabe hacer bien tiene un sendero de evolución propio asociado a procesos de dependencia de sendero. Nelson y Winter (1982) sostienen que las capacidades de las firmas no son otra cosa que repertorios jerarquizados de rutinas, entendidas como mecanismos sistemáticos de resolución de problemas técnico-económicos, que comprenden la memoria organizacional (los genes) de las empresas.⁶

Las industrias que son de interés para este libro comprenden aquellas en las que la competencia central se basa en la innovación tecnológica. Producir un conjunto dado de productos con un conjunto dado de procesos no habilita a una firma a sobrevivir en el largo plazo. Estas firmas necesitan capacidades en I+D, esto es, la experiencia y el conocimiento del personal en los departamentos de I+D, la naturaleza de los equipos existentes y la capacidad para formar nuevas líneas de investigación, la vinculación entre la I+D, la producción y el marketing, entre la I+D interna y la externa, etcétera. Las capacidades de I+D en un determinado conjunto de productos (y procesos) son las que lideran la definición de

⁵ Una empresa cuya estrategia apunta a internacionalizarse y cuya estructura no se organiza según distintos departamentos regionales va a enfrentar seguramente cuellos de botella en las direcciones a nivel gerencial.

⁶ Las rutinas pueden ser estáticas cuando comprenden simplemente la resolución repetitiva de problemas o bien dinámicas, cuando involucran heurísticas de búsqueda (por ejemplo, a partir de qué conocimiento científico se pueden encontrar soluciones a un problema técnico).

las capacidades centrales de las firmas. Pero existe un conjunto de actividades complementarias en la cadena de valor necesarias para llevar adelante la estrategia innovativa. En el sentido remarcado por Teece (1987), las capacidades de las empresas requieren el control o acceso a activos y actividades complementarios que permitan realizar (apropiar) los beneficios de la innovación. De esta forma, una empresa puede ser considerada un portafolio de actividades.

Dosi *et al.* (1992) sostienen que el contexto competitivo impone ciertos grados de “coherencia” en la cartera de capacidades de las firmas. Contrariamente a los conglomerados financieros de los años setenta, en los que coexistían actividades no relacionadas, las empresas con estrategias innovativas requieren un portafolio no aleatorio de capacidades en actividades relacionadas. Una empresa de base agroalimentaria, por ejemplo, suele contar entre sus capacidades la producción de lácteos, de bebidas gaseosas o de técnicas de conservación, pero no la producción de teléfonos portátiles. Solo podría mantener actividades no relacionadas con un bajo grado de aprendizaje e innovación y a la larga sería penalizada en el proceso competitivo.

Cuando el contexto competitivo es exigente, las grandes empresas deben contar con cierto grado de coherencia en sus actividades para no ser desplazadas por los rivales competitivos.⁷ Bajos grados de coherencia entre capacidades tecnológicas solo son viables en el marco de una baja presión competitiva, o bien en las fases iniciales de emergencia de una tecnología en las que aún no se ha consolidado un patrón tecnológico que dé lugar a innovaciones de procesos en búsqueda de eficiencia. Es posible luego distinguir entre estrategias de diversificación conglomeral y estrategias de diversificación coherente. Para que una firma sea exitosa en un contexto de alta presión competitiva y de fuertes aprendizajes tecnológicos, debe contar con una estrategia coherente que le permita decidir qué nuevas oportunidades aprovechar y cuáles descartar, lo cual requiere una estructura organizacional que apoye y permita desarrollar una cartera no aleatoria de capacidades que posibiliten llevar adelante en forma efectiva la estrategia.

La teoría evolucionista de la firma no solo explica por qué las empresas difieren y por qué suelen contar con una cartera aleatoria de capacidades tecnológicas. También permite explicar las lógicas según las cuales

⁷ Cuando distintas actividades y/o líneas de productos cuentan con características tecnológicas comunes.

estas carteras de capacidades van mutando. La cartera de capacidades de una gran empresa no se mantiene sino que suele reestructurarse como consecuencia de los cambios en las estrategias frente a la aparición de oportunidades de ganancias. El aporte del enfoque evolucionista consiste en remarcar que las capacidades tecnológicas son menos maleables que las estructuras organizacionales y las estrategias. Su evolución se encuentra sujeta a restricciones del sendero de aprendizaje previo (*path dependency*).⁸ En ciertas circunstancias (oportunidades de mercado o tecnológicas en los límites de sus capacidades) ciertas capacidades que hasta ese momento eran secundarias pueden pasar a ser centrales, sirviendo como tensores del cambio de cartera de la firma.⁹ Esto explica la endogeneidad del cambio de trayectoria de la firma en períodos de oportunidades tecnológicas mayores. Como discutiremos en este capítulo, estos procesos no son lineales, y es posible que en cierta fase de emergencia de un paradigma tecnológico, en el que no exista una base de conocimientos científicos y tecnológicos consolidados, las grandes empresas se diversifiquen más allá de sus capacidades en actividades secundarias.

Un último elemento del enfoque evolucionista que es necesario discutir es el de los mecanismos de selección, que son en última instancia los que van a garantizar que una empresa con portafolios más o menos coherentes de capacidades sea o no viable. Que una empresa logre ex-

8 Las empresas enfrentan restricciones de sendero. Esto ha sido usualmente tratado por la literatura a través de la noción de costos irreversibles asociados al carácter específico y durable de las inversiones. Aquí la irreversibilidad está asociada al aprendizaje organizacional. El aprendizaje es un proceso de ensayo, retroacción y evaluación. Si cambian simultáneamente múltiples parámetros, la capacidad de las empresas para constatar las relaciones de causa y efecto es limitada, porque las estructuras cognitivas no podrán construirse y ello deriva en una reducción del ritmo de aprendizaje. Esto es válido también a nivel estratégico. Las limitaciones cognitivas de los *managers* restringen la gama de actividades y productos que pueden gestionar. La capacidad para conceptualizar contextos competitivos múltiples es limitada, particularmente en el caso de mercados en los que la competencia es fuerte.

9 Para comprender la lógica con la cual van mutando los portafolios de competencias es importante remarcar que las grandes empresas cuentan con un portafolio: i) de competencias centrales (ejemplo: saber diseñar microprocesadores en el caso de Motorola, desarrollar nuevos alimentos a base de cultivos lácteos en el caso de Danone), ii) un conjunto más o menos amplio de competencias y activos secundarios “aguas arriba” (un polo de investigadores científicos de Motorola capaces de explorar los avances científicos en nuevos materiales, programas, superconductividad; en el caso de Danone, un departamento de I+D que le permita explorar los avances en moderna biotecnología), iii) competencias y activos secundarios “aguas abajo” (métodos de marketing, circuitos de distribución), iv) competencias laterales (Motorola en balística o en telecomunicaciones si se busca ofrecer un microprocesador para la industria militar o para las centrales numéricas de telecomunicaciones).

pandirse manteniendo o ampliando su poder de mercado dependerá de los mecanismos de selección asociados a distintos patrones de competencia en el mercado de bienes y de capitales que son indisociables del marco regulatorio vigente y de la fase del ciclo tecnológico de sus actividades principales. Ya hemos señalado que el contexto de selección en el mercado de bienes puede ser débil en presencia de altas barreras a la entrada y acuerdos entre las empresas instaladas, o fuerte en situaciones de oligopolio competitivo con débiles barreras a la entrada (Sylos Labini, 1962). También es importante señalar la importancia de los mecanismos de selección del mercado de capital, que será más o menos fuerte según el acceso a fondos propios y la necesidad de recurrir al endeudamiento o a la apertura de capital a accionistas minoritarios.¹⁰

Tanto el enfoque de los costos de transacción como el de los autores evolucionistas centraron su agenda de investigación en la estructura organizacional de la gran corporación integrada verticalmente. Mientras los primeros hicieron hincapié en la presencia de asimetría de intereses y comportamientos oportunistas, los segundos buscaron explicar el tamaño de la firma a partir del aprendizaje y las capacidades. Desde mediados de los años setenta, la firma integrada comenzó a enfrentar problemas asociados a la alta volatilidad de los mercados y a la aparición de sucesivas oleadas de tecnologías con ciclos de expansión sensiblemente más rápidos. En este contexto de diversificación tecnológica y productiva, la forma integrada enfrentaba fuertes límites. Aun las empresas de gran tamaño no podían integrar un conjunto tan amplio de actividades.

Estrategias de diversificación tecnológica y convergencia entre paradigmas

Diversos autores señalaron que las grandes empresas suelen presentar un grado de diversificación tecnológica generalmente mayor al de su diversificación productiva (Brusoni, Prencipe y Pavitt, 2000). Esta tendencia es particularmente relevante en el caso de los grupos de base química-farmacéutica que tradicionalmente se expandieron a través de la apropiación de nuevas trayectorias tecnológicas por distintos meca-

¹⁰ La literatura del gobierno corporativo (*corporate governance*) señala cómo la creciente participación de los inversores institucionales en la estructura de propiedad de las firmas limita las posibilidades de diversificación solo conglomeral y también las estrategias de diversificación que los evolucionistas consideran coherente (Baudru y Kachidi, 2000).

nismos que van desde la centralización de capitales hasta los acuerdos de cooperación asimétricos con laboratorios o empresas especializadas en tecnología (Chesnais, 1981 y 1996). Puede darse el caso de que un grupo invierta en una sola industria para un solo mercado, pero el rango de conocimientos científicos y tecnológicos que la firma utiliza para fabricar esos productos no es totalmente específico a la industria, pues no existe una relación uno a uno entre tecnologías y productos, ni uno a varias, sino una relación entre varias tecnologías y una gama relativamente menor de productos.

Este proceso de diversificación tecnológica de grupos empresariales con distintas actividades productivas y mercados iría dando lugar a un proceso gradual de convergencia de las bases de conocimientos de distintas industrias en un conjunto de tecnologías genéricas de carácter transversal. Es importante analizar cómo se expresa este proceso a lo largo de la trayectoria de una tecnología particular, que eventualmente dé lugar a un paradigma tecnoeconómico. Fai y Von Tunzelmann (2001) sostienen que, durante la fase inicial de emergencia de una nueva tecnología, esta se desarrollará primero en la industria que más fácil y rápidamente explote sus oportunidades a través de innovaciones radicales, industria que la adopta precozmente, pasando primero a formar parte de sus capacidades secundarias, para en algún momento de inflexión avanzar en su explotación a partir de innovaciones incrementales. En la etapa inicial asistimos a la existencia de diversos paradigmas tecnológicos, dando lugar, en un comienzo, a una mayor heterogeneidad entre las trayectorias tecnológicas de las distintas industrias de aplicación. En esta etapa las empresas exploran la complementariedad entre las oportunidades de las nuevas tecnologías y las capacidades centrales aún asociadas a las tecnologías existentes. Dada la importancia de las capacidades centrales previas en la definición de la estrategia, en esta etapa predominan los procesos de “dependencia de sendero” (*path dependence*) en los que las estrategias y el desempeño competitivo de las empresas están asociados a su recorrido previo. Como consecuencia existe un alto grado de heterogeneidad tecnológica en la industria, y las grandes firmas establecidas bajo el anterior paradigma muestran un bajo grado de coherencia en la base de conocimientos dado el carácter altamente exploratorio de su diversificación tecnológica.

Sin embargo, en algún momento del desarrollo del paradigma aparecerá un punto de inflexión y la posibilidad de seguir explotando las capacidades centrales de la trayectoria tecnológica previa se reducirán.

Las empresas ya habrán desarrollado sus capacidades en las nuevas tecnologías, la dependencia de sendero será menor y mayor la coherencia entre las distintas capacidades de las firmas. Por su parte, las capacidades centrales del paradigma previo pasan a ser secundarias o directamente quedan fuera del portafolio de capacidades de las firmas, y emerge un nuevo conjunto de tecnologías clave hacia las cuales la empresa va a reorientar sus capacidades centrales a través de estrategias innovativas y nuevas estructuras organizacionales. De esta manera, las empresas consolidan gradualmente una nueva base de conocimientos. Al mismo tiempo, asistimos a la generación de efectos transversales hacia otras industrias conexas, con un efecto simultáneo de diversificación en la base de conocimientos y de convergencia tecnológica entre industrias. Este proceso continúa dando lugar primero a un paradigma tecnológico compartido entre dos o tres industrias, que luego, a medida que muestra su potencial económico, se diversifica hacia nuevas actividades hasta (eventualmente) difundirse sobre la totalidad del sistema productivo y dar lugar a la emergencia de un nuevo paradigma tecnoeconómico.

Es posible que un conjunto de tecnologías radicales no logren consolidarse como nuevo paradigma tecnoeconómico, o bien que prolonguen por largo tiempo su situación pre-paradigmática. Particularmente es el caso de la aparición de sucesivos descubrimientos de ruptura que van ampliando las oportunidades sin converger en un único paradigma tecnológico ni mucho menos generar posibilidades de reestructuración de la totalidad de la economía. En ese contexto puede sostenerse que las estrategias de diversificación tecnológica no se traducen en una base de conocimientos común, sino en una continua diversificación de la base de conocimientos con una pérdida de coherencia. Es posible que se consoliden en ciertas aplicaciones pero que en otras choquen con barreras asociadas a la dificultad de organizar las actividades innovativas, los costos hundidos de las técnicas preexistentes y a los costos (y tiempos necesarios) de reemplazarlas (*producer switching costs*). La extensión de este período y la cantidad de tecnologías superpuestas pueden limitar temporalmente el potencial competitivo de los grupos establecidos y permitir que otras empresas (nuevas o no), en particular aquellas de los países periféricos, se lancen como imitadores tempranos de algunos productos.

Estrategias innovativas de las firmas de países periféricos frente a las revoluciones tecnológicas: una propuesta preliminar de análisis

El análisis presentado en las secciones previas posibilitó identificar, por un lado, un conjunto de regularidades históricas con respecto a la emergencia, consolidación y declive de las revoluciones tecnológicas, y por el otro, indagar a partir de la teoría de la firma cuáles son las estrategias adoptadas por las empresas líderes frente a los distintos estadios de difusión de las tecnologías. En esta sección se buscará elaborar una grilla conceptual que permita caracterizar los escenarios estratégicos planteados para las firmas de países en desarrollo que pretenden llevar adelante una estrategia innovativa teniendo en cuenta las distintas etapas de difusión de los paradigmas tecnológicos y las estrategias de las empresas líderes.

Estrategias innovativas en países periféricos.
Los límites de la (teoría) de la firma

La literatura que analiza las estrategias innovativas de empresas de países periféricos en sectores de media o alta tecnología ha planteado la necesidad de revisar algunos de los argumentos de la teoría de la firma. Como discutimos antes, la innovación juega un rol clave para los enfoques evolucionistas de la firma, que es considerada como un conjunto más o menos coherente de capacidades que van evolucionando en función de los cambios en las oportunidades tecnológicas y los contextos de selección. A su vez los enfoques neoinstitucionalistas permiten analizar, en condiciones de tecnologías dadas, cuál es la estructura de *governance* de la firma. No obstante, como analizaremos en el presente apartado, los elementos conceptuales de estos enfoques no permiten explicar las dinámicas de capitales que inicialmente no cuentan con capacidades tecnológicas (externas o internas) en sectores de alta tecnología ni con el marco institucional para elegir entre mercados, jerarquías u otro arreglo institucional intermedio.

Los enfoques evolucionistas, inspirados en los aportes de Schumpeter, permiten definir la innovación en un sentido amplio. Desde esta concepción la innovación en los países periféricos no necesariamente involucra originalidad de los productos o procesos lanzados en el mercado e incluye la introducción de un producto, servicio o proceso ya conocido,

en un nuevo lugar, un nuevo mercado o localización. En este sentido es posible considerar como innovaciones a aquellas actividades imitativas que requieren adaptar productos, procesos o insumos a condiciones locales, poniéndose en marcha una secuencia de adopción, adaptación y aprendizaje de tecnologías que genera las capacidades básicas para producir primero bienes existentes, y luego puede llevar eventualmente a una innovación original con potencial de competir en los mercados internacionales (Lall, 1982; Katz, 1984; Teitel, 1984; Teubal, 1984).

Aun adoptando la definición laxa de innovación, son pocos los casos de empresas nacionales de países periféricos que han incursionado en senderos innovativos de este tipo llegando a competir en mercados internacionales (o incluso regionales).¹¹ Independientemente de las explicaciones que se den a la ocurrencia de este fenómeno, los estudios de caso de empresas exitosas de países periféricos señalan que el vacío han sido llenado, o bien por la intervención directa del sector público en la innovación o bien por la existencia de políticas e instituciones que lograron articular un proceso de *upgrading* de proveedores de componentes en el marco de redes globales de empresas multinacionales (Teitel, 2006).¹² En los casos en que eso sucedió, tuvieron como elemento común la presencia del Estado en la generación de estructuras organizacionales adecuadas a las nuevas estrategias. Desde un enfoque sistémico, el Estado diseñó un esquema que incluía desde la acumulación de capacidades tecnológicas hasta la creación de mercados (selectivamente y temporalmente) protegidos que aseguraran contextos de selección viables para una industria durante su infancia.

En resumen, entre las firmas que han entrado exitosamente en mercados internacionales o regionales a partir de estrategias innovativas podemos destacar, por un lado, aquellas que se insertan como competidores imitativos sobre una base autónoma de generación de capacidades tecnológicas a partir de una fuerte articulación con el Estado (o bien

11 Distintas son las razones que se han dado para explicar esta falencia, desde la ausencia de un empresariado industrial nacional (dada la inserción histórica dependiente y atrasada de los capitales locales) hasta la debilidad de regímenes de incentivos sectoriales y macroeconómicos que aseguren un contexto de selección adecuado para la innovación (López, 2006).

12 Entre los primeros casos, cabe destacar la experiencia del desarrollo de reactores nucleares en la Argentina o aeroespacial en Brasil a partir de estructuras estatales. En el segundo caso, el desarrollo de sistemas digitales de telecomunicaciones en Corea. En estos casos el Estado jugó el rol de transformar las oportunidades tecnológicas en nuevos productos y procesos.

directamente desde empresas estatales), y por el otro, aquellas que bajo condiciones institucionales muy particulares consiguen llevar adelante procesos de *upgrading* en las redes de las empresas multinacionales. La teoría evolucionista de la firma y la teoría de los costos de transacción brindan importantes elementos conceptuales para el análisis de las estrategias y formas de *governance* de ambos tipos de empresas. En la sección siguiente analizaremos cuáles son los senderos de acumulación de capacidades tecnológicas y activos complementarios en ambas estrategias, sobre los que algunas empresas se han basado, para ingresar en distintas fases de la trayectoria tecnológica, y las formas de *governance* que predominaron.

Trayectorias tecnológicas y oportunidades de entrada

Las decisiones de entrada de las empresas en una determinada industria se caracterizan por la alta incertidumbre con respecto a la altura de las barreras y fundamentalmente frente a las reacciones de los grupos establecidos. La organización industrial a través de los trabajos de Bain (1956) y Sylos Labini (1966) analizó las condiciones de entrada mediante el concepto de economías de escala, la diferenciación de productos y las ventajas absolutas de costos de las firmas establecidas (*incumbents*). En estos trabajos se suponía que la tecnología estaba dada o si existía se limitaba a mejoras incrementales de procesos o diferenciación de productos. Por su parte, Caves y Porter (1977) van a hacer hincapié en la incertidumbre con respecto a la reacción de los competidores establecidos y los potenciales, señalando que las condiciones de entrada no son binarias y que existen posibilidades de entrada secuencial desde segmentos secundarios a los segmentos centrales de cada mercado. Esto permite a los nuevos competidores generar los recursos financieros y acumular capacidades para llevar adelante la entrada en los segmentos de productos más complejos. El aprendizaje posibilita a los nuevos entrantes reducir sus asimetrías informacionales y acumular capacidades en un contexto de incertidumbre.

Como discutimos en la primera sección, desde una perspectiva dinámica, esta incertidumbre es variable según el grado de consolidación de los paradigmas tecnológicos y de las fases de la trayectoria tecnológica. Algunos autores han planteado la existencia de ciertas regularidades respecto a los patrones de innovación y las condiciones de entrada a lo

largo del ciclo tecnológico de una industria (Klepper, 1997; Gort y Klepper, 1982). Frente a las distintas fases en la trayectoria de una tecnología, que van desde su emergencia hasta la madurez de la industria, los patrones de cambio tecnológico van evolucionando. Si bien estas fases no se repiten mecánicamente en todos los ciclos de las tecnologías, la historia de los paradigmas tecnológicos previos permite sacar algunas enseñanzas respecto a las cambiantes condiciones de entrada. Desde la perspectiva de la teoría de la firma analizada en la segunda sección, es posible sostener a su vez cómo en cada etapa de una trayectoria tecnológica van variando las estrategias de los grupos establecidos en las actividades asociadas al nuevo paradigma, al mismo tiempo que evolucionan las posibilidades de entrada en estas industrias de nuevas empresas y, en nuestro caso, de empresas de países en desarrollo.

Como discutimos anteriormente, en los países periféricos las posibilidades de entrada a las industrias de alta o media tecnología diferirán claramente según se trate de una empresa nacional que ingresa mediante una estrategia competitiva o bien insertándose en forma subordinada a los grandes grupos líderes.¹³ Mientras las primeras buscan el control (en forma directa o indirecta) de las distintas etapas de la cadena de valor, las segundas se basan en el *upgrading* a partir de su inserción en la red de las empresas multinacionales.

Durante fases de emergencia de una nueva tecnología, existen mayores oportunidades relativas de entrada de nuevos jugadores con una estrategia competitiva. Como discutimos en la primera sección a partir de la teoría evolucionista de la firma, existe una relación entre la fase de evolución de la tecnología y la configuración estratégica y de capacidades de los grupos. Es así que en las fases iniciales, frente al carácter preparadigmático de las tecnologías existen varias trayectorias tecnológicas posibles. Como se ha podido ilustrar en ciertos trabajos, en esta fase los grandes grupos –como es el caso de los grupos químicos ante la revolución de la biología molecular– diversifican su cartera de tecnologías aun a riesgo de contar con una baja coherencia de sus capacidades y por lo tanto una baja eficiencia productiva. Paralelamente, como surge de ciertos

¹³ Carlota Pérez (2001) distingue entre estrategias autónomas o dependientes respectivamente. Adoptamos la distinción entre estrategias competitivas o subordinadas dado que mientras en las primeras las empresas buscan disputar en algún grado el poder de mercado de las empresas que dominan la industria, en el segundo caso optan, al menos transitoriamente, por integrarse en la estrategia de las empresas dominantes a partir de relaciones directas.

estudios de caso del sector salud en la Argentina, las empresas de países periféricos que cuentan con capacidades o activos complementarios a las nuevas tecnologías tienen la posibilidad de llevar adelante una estrategia imitativa temprana (Lavarello *et al.*, 2018). El carácter emergente de la industria implica oportunidades de entrada en nichos no explotados por las empresas multinacionales y/o mercados con marcos regulatorios flexibles de otros países periféricos (por ejemplo, el desarrollo de biosimilares frente a nuevas moléculas en mercados desarrollados).

En la fase de emergencia también existen oportunidades, aunque relativamente acotadas, de entrada como proveedores de alguna firma líder mundial, dada la existencia de algún recurso natural o capacidad tecnológica complementaria a la nueva tecnología (Gutman, Lavarello y Rios, 2010; Lavarello, Gutman y Filipetto, 2011). En ciertos países de desarrollo intermedio, la disponibilidad de recursos humanos, recursos naturales o capacidades en tecnologías complementarias crea las condiciones para la inserción en cadenas globales de valor (por ejemplo: la especificidad climática o el *breeding* tradicional es una capacidad complementaria al desarrollo de nuevas semillas genéticamente modificadas). Pero los grados de libertad se acotan más rápidamente que en la inserción competitiva y no asegura una capacidad de adopción de la tecnología principal del nuevo sistema tecnológico ni la consecuente apropiación de parte de la renta o ganancia extraordinaria.

Cuadro 1. Condiciones de entrada en distintas etapas de la trayectoria tecnológica

FASE DE LA TRAYECTORIA DE VIDA DE UNA TECNOLOGÍA			
	1. Emergencia	2. Crecimiento temprano	3. Crecimiento tardío
Patrón de cambio tecnológico	Altas oportunidades tecnológicas. Múltiples trayectorias posibles (baja coherencia), complementariedad entre tecnología y activos preexistentes (<i>path dependence</i>)	Convergencia de tecnologías, nuevo "sentido común" entre managers e ingenieros, coherencia tecnológica en organizaciones	Oportunidades CyT decrecientes, alta complementariedad y coherencia entre tecnologías
Estructura de la industria y formas de competencia	Bajas barreras a la entrada, muchos competidores	Barreras crecientes, competencia agresiva, emergencia de empresas líderes o reestructuración de las establecidas	Barreras altas, tendencia a la concentración-centralización, carteles y exclusión de competidores débiles
Barreras a la entrada	Bajas	Altas	Muy altas
Ventajas competitivas	Capacidad de imitar, adaptar producto y proceso, conocimiento técnico local y nichos	Experiencia en ingeniería de proceso y conocimiento de mercados (con DPI y regulaciones flexibles)	Alta escala de producción, desarrollo de capacidades en DPI y regulaciones de mercado nacional
Estructura organizacional / <i>governance</i>	Alta integración vertical (ausencia de proveedores y regulaciones)	Alianzas con proveedores locales y socios estratégicos internacionales (<i>clusters</i> tecnológicos)	Grupos integrados con desintegración vertical (ahorro de costos de transacción estáticos)
Barreras a la entrada	Altas	Muy altas	Muy bajas
Ventajas competitivas	Estáticas o dinámicas (lotería de los recursos naturales o activo complementario de paradigma previo)	Mercado con potencial de crecimiento, acceso a recursos naturales	Gran mercado, capacidades tecnológicas de proveedores, componentes/procesos y externalidades por desarrollo de infraestructura complementaria
Forma de inserción / <i>governance</i>	Integrada o relacional	<i>Governance</i> cautiva de redes de distribución y/o aprovisionamiento	Modular
Entrada como competidores			
Barreras a la entrada	Bajas	Altas	Muy altas
Ventajas competitivas	Capacidad de imitar, adaptar producto y proceso, conocimiento técnico local y nichos	Experiencia en ingeniería de proceso y conocimiento de mercados (con DPI y regulaciones flexibles)	Alta escala de producción, desarrollo de capacidades en DPI y regulaciones de mercado nacional
Estructura organizacional / <i>governance</i>	Alta integración vertical (ausencia de proveedores y regulaciones)	Alianzas con proveedores locales y socios estratégicos internacionales (<i>clusters</i> tecnológicos)	Grupos integrados con desintegración vertical (ahorro de costos de transacción estáticos)
Barreras a la entrada	Altas	Muy altas	Muy bajas
Ventajas competitivas	Estáticas o dinámicas (lotería de los recursos naturales o activo complementario de paradigma previo)	Mercado con potencial de crecimiento, acceso a recursos naturales	Gran mercado, capacidades tecnológicas de proveedores, componentes/procesos y externalidades por desarrollo de infraestructura complementaria
Forma de inserción / <i>governance</i>	Integrada o relacional	<i>Governance</i> cautiva de redes de distribución y/o aprovisionamiento	Modular
Inserción subordinada en redes globales de empresas multinacionales			
Barreras a la entrada	Altas	Muy altas	Muy bajas
Ventajas competitivas	Estáticas o dinámicas (lotería de los recursos naturales o activo complementario de paradigma previo)	Mercado con potencial de crecimiento, acceso a recursos naturales	Gran mercado, capacidades tecnológicas de proveedores, componentes/procesos y externalidades por desarrollo de infraestructura complementaria
Forma de inserción / <i>governance</i>	Integrada o relacional	<i>Governance</i> cautiva de redes de distribución y/o aprovisionamiento	Modular

Fuente: elaboración propia a partir de Pérez (1001), Gort y Klepper (1982) y Fai y Von Tuzzenman (2000).

A medida que se consolida el paradigma tecnológico, distintas tecnologías convergen en un nuevo sistema técnico y las empresas líderes definen una base de conocimientos coherente. Dada la posibilidad de explotar los aprendizajes tecnológicos y organizacionales, aumenta la presión competitiva y las empresas avanzan en una primera fase de crecimiento rápido. Las innovaciones incrementales de proceso y las economías de escala comienzan a prevalecer sobre las innovaciones radicales. En la siguiente fase de crecimiento lento, el proceso de concentración asociado a la mayor escala se ve reforzado por la centralización de capitales a través de la adquisición de empresas y la exclusión de competidores. Las oportunidades de entrada como competidores en estas etapas disminuyen rápidamente y quedan limitadas a la inserción a partir de filiales de las empresas multinacionales que buscan mercados dinámicos y en ciertos casos externalidades para la fabricación de sus productos (formación de mano de obra, infraestructura básica, proveedores de insumos difundidos).

Finalmente, cuando se alcanza la madurez, la competencia se focaliza en los costos. La base de conocimiento deviene menos diversificada y más coherente, reforzándose la dependencia de sendero. La búsqueda de los capitales por recomponer la tasa de ganancia se centra en la transferencia parcial (o difusión) de la tecnología del centro a países periféricos con menores salarios. Existen oportunidades de entrar como proveedor de una empresa multinacional mediante contratos de producción o de ingresar a partir de una empresa local integrada rejuveneciendo la tecnología preexistente con la incorporación parcial de una variante de la nueva tecnología (por ejemplo: marcadores moleculares en las tecnologías de *breeding* tradicional).

Reflexiones finales

Como se discutió en este capítulo, la teoría económica de inspiración schumpeteriana brinda un marco conceptual adecuado para el análisis de las dinámicas industriales frente a revoluciones tecnológicas como las asociadas a la biología molecular. En estas industrias las ventajas tecnológicas constituyen un arma clave en la lucha competitiva y, dado que el conocimiento científico y tecnológico no es un recurso de libre acceso, no todas las empresas pueden participar. Particularmente, las empresas de los países periféricos parten de capacidades tecnológicas limitadas.

No obstante, existen ciertas etapas de difusión de los paradigmas tecnológicos en las que algunas empresas tienen mayores posibilidades de iniciar un proceso secuencial de entrada en los mercados internacionales. Estas oportunidades son mayores en aquellas tecnologías en las que no se ha consolidado aún un patrón común de innovación y sobre las que, en consecuencia, los grupos establecidos no han logrado configurar una estrategia y una cartera de capacidades coherentes. Una vez consolidada una tecnología en convergencia con otras tecnologías conexas, las posibilidades de entrada se ven limitadas para nuevos jugadores. En este capítulo planteamos como hipótesis para investigaciones futuras que según la estrategia adoptada por las empresas esas condiciones tendrán una secuencia diferente a lo largo de una trayectoria tecnológica. Las biotecnologías constituyen un terreno en el que estas consideraciones toman relevancia. Allí coexisten, por un lado, una diversidad de campos tecnológicos con potencial aún no explotado y, por el otro, diversas trayectorias tecnológicas sectoriales que no convergen en un único paradigma tecnoeconómico.

La comprensión de estas dinámicas es de crucial importancia para el estudio de las estrategias de empresas de los países periféricos. Como es sabido, estas posibilidades se asocian a la emergencia de ciertos núcleos locales de desarrollo capaces de generar efectos de encadenamiento sobre el resto del sistema nacional de innovación. Por ello es de alta relevancia discutir las condiciones de emergencia de estos núcleos, identificando su potencial de desarrollo de la biotecnología en países como la Argentina. El abordaje microeconómico que realizamos a partir de estudios de caso nos permitió analizar las estrategias, estructuras y capacidades que explican la dinámica de las principales empresas (o grupos) locales de base biotecnológica.

A partir de estas consideraciones es posible plantearse un conjunto de interrogantes que deberían abordarse al diseñar políticas tecnológicas.

¿En qué grado las tecnologías de los países desarrollados han avanzado en la convergencia entre distintas trayectorias tecnológicas sectoriales, señalando la emergencia de un nuevo paradigma tecnoeconómico?

¿Las empresas líderes a nivel mundial han alcanzado algún grado de coherencia en sus capacidades y conocimientos biotecnológicos?

¿Cuál es la secuencia de entrada de las empresas de países periféricos frente a las crecientes barreras a la entrada a medida que se consolidan las nuevas tecnologías?

Dada la importancia de las condiciones históricas-institucionales propias de estas tecnologías, la existencia de no linealidades y de efectos acumulativos de aprendizaje difíciles de comprender a partir de un abordaje convencional, la respuesta a estos interrogantes requiere un abordaje metodológico apreciativo, esto es, la utilización de la teoría para la construcción de un marco conceptual que permita sistematizar cómo se manifiestan dinámicas específicas a partir de estudios de caso en profundidad.

Bibliografía

- Antonelli, C. (1999). *The Microdynamics of Technological Change*. Londres: Routledge.
- Bain, J. (1956). *Barriers to New Competition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Baudru D. y Kechidi, M. (2000). "Stratégies d'investisseurs institutionnels et comportement des firmes". En Dellapierre, M.; P. Moatti, P. y Mouhoud, E. M. (comps.), *Connaissance et mondialisation*. París: Economica.
- Bisang, R.; Gutman, G.; Lavarello, P.; Sztulwark, S. y Díaz, A. (comps.) (2006). *Biotecnología y desarrollo. Un modelo para armar en la economía argentina*. Buenos Aires: Prometeo y UNGS.
- Bradley, J. (2008). "Nanotechnology State of the Markets in 2008: Stealth Success and Broad Impact". *Lux Research*, <http://nasatech.com/nano/2008/JBradley.pdf>
- Brusoni, S.; Prencipe, A. y Pavitt, K. (2000). "Knowledge Specialization and the Boundaries of the Firm: Why Do Firms Know More Than They Do?". Trabajo presentado en la conferencia "Knowledge Management: Concepts and Controversies", el 10 y 11 de febrero de 2000 en la Universidad de Warwick.
- Caves, R.; Porter, M. (1977). "From Entry Barriers to Mobility Barriers: Conjectural Decisions and Contrived Deterrence to New Competition". *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 91, n° 2, pp. 241-262
- Chandler, A. D. (1962). *Strategy and Structure: Chapters in the History of the Industrial Enterprise*. Cambridge, MA: MIT Press.

- (1990). *Scale and Scope: the Dynamics of Industrial Capitalism*. Cambridge, MA: Belknap y Harvard Press.
- Chesnais, F. (1996). “Technological Agreements, Networks and Selected Issues in economic Theory”. En Colombis, B.; Richards, A; Saviotti, P. y Walsh, V. (1996), *Technological Collaboration. The Dynamics of Cooperation in Industrial Innovation*. Londres: Edward Elgar.
- (1981). “Biotechnologie et modifications des structures de l’industrie chimique: quelques points de repère”. *Revue d’Économie Industrielle*, vol. 18, cuarto trimestre de 1981, pp. 218-230.
- (1979). *L’impact des entreprises multinationales sur le potentiel scientifique et technologique national*. OCDE-DSTI.
- Coase, R. (1937). “The Nature of the Firm”. *Economica*, vol. 4, n° 16, pp. 386-405.
- Cohen, W. y Levinthal, D. (1989). “Innovation and Learning”. *The Economic Journal*, n° 99, pp. 569-596.
- Dosi, G. (1988). “Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation”. *Journal of Economic Literature*, vol. 26, n° 3, pp. 1120-1172.
- Dosi, G.; Freeman C.; Nelson, R.; Silverberg, G. y Soete L. (comps.) (1988). *Technical Change and Economic Theory*. Londres: Pinter.
- Dosi, G.; Teece, D. y Winter, S. G. (1990). “Les frontières des entreprises”. *Revue d’Économie industrielle*, primer trimestre.
- Fai, F. y Von Tunzelmann, N. (2001). “Industry-Specific Competencies and Converging Technological Systems: Evidence from Patents”. *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 12, n° 2, pp. 141-170.
- Freeman, C. y Pérez, C. (1986). “The Diffusion of Technical Innovations and Changes in Techno-Economic Paradigm”. Conferencia sobre difusión de la innovación. DAEST, Universidad de Venecia.
- (1988). “Structural Crises of Adjustment, Business Cycles and Investment Behaviour”. En Dosi, G. *et al.* (comps.), *Technical Change and Economic Theory*. Londres: Pinter.
- Gereffi, G.; Humphrey, J. y Sturgeon, T. (2005). “The Governance of Global Value Chains”. *Review of International Political Economy*, vol. 12, n° 1, pp. 78-104

- Gort, M. y Klepper, S. (1982). "Time Paths in the Diffusion of Product Innovations". *Economic Journal*, vol. 92, pp. 630-653.
- Gutman, G. y Lavarello P. (2009). "Nuevos paradigmas tecnológicos y política de CTI: los casos de la moderna biotecnología y la nanotecnología". *Revista Pensamiento Iberoamericano*, AECID, n° 5.
- Gutman, G.; Lavarello, P. y Ríos, M. P. (2010). "Oportunidades biotecnológicas y estrategias innovativas en las industrias lácteas en Argentina". *Revista Interdisciplinaria de Estudios Agrarios*.
- Katz, J. (1984). "Domestic Technological Innovations and Dynamic Comparative Advantages". *Journal of Development Economics*, vol. 16, pp. 13-18.
- Klepper, S. (1997). "Industry Life Cycles". *Industrial and Corporate Change*, vol. 6, n° 1, pp. 145-182
- Kondratieff, N. D. (1935). "The Long Waves in Economic Life". *Review of Economic Statistics*, vol. 17, pp. 105-115.
- Langlois, R. (2003). "The Vanishing Hand: the Changing Dynamics of Industrial Capitalism". *Industrial and Corporate Change*, vol. 12, n° 2.
- Lavarello P. (2016). "Corporate knowledge diversification in the face of technological complexity: The case of industrial biotech". *Structural Change and Economic Dynamics*. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0954349X16000072>
- Lavarello, P.; Gutman, G. y Filipetto, S. (2011). "Biotecnología en la industria vitivinícola en Argentina: ¿nuevas modalidades de innovación en una actividad tradicional?". *Journal of Technology Management and Innovation*, vol. 6, n° 2.
- Lavarello P.; Gutman G. y Sztulwark, S. (2018). "Explorando los caminos de la imitación creativa: el caso de la industria biofarmacéutica argentina durante los 2000". CEUR-Punto Libro. Disponible en: http://www.ceur-conicet.gov.ar/archivos/publicaciones/Industria_farmace%CC%81utica_FORMATO_Electro%CC%81nico.pdf
- López, A. (2006). "Empresarios, instituciones y desarrollo económico: el caso argentino" Buenos Aires: CEPAL (mimeo).

- Meyer, M. (2007). "What Do We Know about Innovation in Nanotechnology? Some Propositions about an Emerging Field between Hype and Path-dependency". *Scientometrics*, vol. 70, n° 3.
- Nelson, R. (1991). "Why Do Firms Differ, and How Does it Matter?". *Strategic Management Journal*, vol 12, pp. 61-74.
- Nelson, R. y Winter, S. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Londres: Pinter.
- Niosi, J. y Reid, S (2007). "Biotechnology and Nanotechnology: Science Based Enabling Technologies as Windows of Opportunity for LCDs?" *World Development*, vol 35, n°3, pp. 426-438.
- Pérez, C. (1983). "Structural Change and the Assimilation of New Technologies in the Economic and Social Systems". *Futures*, vol. 15, n° 5.
- (2001). "El cambio tecnológico y las oportunidades de desarrollo como blanco móvil". *Revista de la CEPAL*, n° 75.
- Pérez, C. y Soete, L. (1988). "Catching up in Technology: Entry Barriers and Windows of Opportunity". En Dosi, G. et al. (comps.), *Technical Change and Economic Theory*. Londres: Pinter.
- Perroux, F. (1973). "L'effet d'entraînement: de l'analyse au repérage quantitatif". *Economie appliquée*, n° 2, 3 y 4.
- Sylos-Labini, P. (1966). *Oligopolio y progreso técnico*. Madrid: Oikos-tau.
- Teece, D. (1987). "Capturing Value from Technological Innovation: Integration, Strategic Partnering, and Licensing Decisions". En Guile, B. R. y Brooks, H. (comps.) (1987), *Technology and Global Industry*. Washington: National Academy Press.
- Teece, D.; Rumelt, R. y Dosi, G. (1994). "Understanding Corporate Coherence Theory and Evidence". *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 23, pp. 1-30. Amsterdam: North-Holland.
- Teitel, S. (1984). "Technology Creation in Semi-industrial Economies". *Journal of Development Economics*, vol. 16, n° 1-2, pp. 39-61.
- (2006). "On Semi-Industrialized Countries and the Acquisition of Technological Capabilities". *Economics of Innovation and new Technology*, vol. 15, n° 2, pp 171-194.

- (2007). “Understanding Firm Performance: the Case of Developing Countries’s Firms that Compete Internationally in Technologically Advanced Industries”. *ICER Working Paper* n° 43.
- Teubal, M. (1984). “The Role of Technological Learning in the Exports of Manufacturing Goods: the Case of Selected Capital Goods in Brazil”. *World Development*, vol. 12, n° 8, pp. 849-65.
- The Royal Society (2004). “Nanoscience and Nanotechnologies: Opportunities and Uncertainties”. Informe publicado el 29 de julio de 2004.
- Williamson, O. (1975). *Markets and Hierarchies*. Nueva York: Free Press.
- (1985). *Las instituciones económicas del capitalismo*. México: Fondo de Cultura Económica.
- (1990). “Transaction Costs Economics: the governance of contractual relations”. En Williamson, O. (comp.), *Industrial Organisation*. Londres: Edward Elgar.

Capítulo 16

Patrones de innovación

Darío Milesi y Natalia Petelski

Introducción

La innovación se caracteriza por ser una actividad multidimensional y por tener un carácter esencialmente evolutivo. Al igual que el resto de las actividades empresariales, es desarrollada por agentes cuya racionalidad es acotada y en el marco de un ambiente de selección imperfecto. Esto conlleva la generación de un rango de heterogeneidad en el que las múltiples variables que intervienen en el proceso se combinan de diferentes maneras.

Esta realidad impone un fuerte desafío a su estudio y al intento de elaborar conceptos e interpretaciones con algún grado de generalidad. Una de las vías utilizadas para enfrentar ese desafío es la construcción de categorías y clasificaciones a partir de la identificación de regularidades empíricas. El concepto de paradigma tecnológico (Dosi, 1982) o tecnoeconómico (Freeman y Pérez, 1986) ha aportado elementos en esa dirección que permiten entender la evolución de la tecnología desde la revolución industrial. A su vez, en el marco de los últimos paradigmas, la identificación de regularidades a nivel sectorial ha permitido comprender que las diferentes actividades siguen variadas lógicas en sus actividades de innovación que se reflejan en la existencia de distintos ritmos y direcciones del cambio técnico a nivel sectorial. Gran parte de esa literatura se sintetiza en clasificaciones o taxonomías sectoriales de uso extendido en el análisis de las estructuras productivas y comerciales de países y regiones. En tal sentido, el concepto de patrón sectorial de innovación se ha revelado como muy útil para comprender, predecir y

comparar comportamientos innovadores de empresas, sectores, países y regiones. Sin embargo, el concepto también presenta algunas limitaciones y necesidades de revisión derivadas de su alcance, de la agregación de las estadísticas que esconden heterogeneidades intrasectoriales y, sobre todo, de los cambios operados en la economía internacional y en el proceso de generación de innovaciones que interpelan la noción misma de sector como categoría analítica relevante.

Este capítulo recorre las principales aproximaciones al concepto de patrón sectorial de innovación para luego plantear algunas de sus limitaciones y algunas alternativas conceptuales y metodológicas orientadas a lidiar con esas limitaciones.

El proceso de innovación y aporte conceptual de los patrones

A lo largo del siglo XX se han verificado dos tipos de fenómenos en la literatura que trata sobre el proceso de innovación. Por un lado, ha ido creciendo el consenso acerca de su importancia para la competitividad y el crecimiento económico y, a partir de ello, por el otro, se ha profundizado su estudio desde diferentes posturas y en diferentes niveles, multiplicando las interpretaciones acerca de cuáles son sus fuentes, formas, resultados y efectos.

Si bien en Schumpeter (1934, 1942) ya se le otorgaba a la innovación un papel clave en el desarrollo capitalista, el *mainstream* académico neoclásico nunca incorporó realmente el cambio tecnológico en sus preocupaciones centrales. Inicialmente, porque en el estudio de los problemas asignativos tendientes a lograr el equilibrio general de corto y largo plazo, el cambio tecnológico no tenía lugar y, posteriormente, porque, a pesar de reconocer su importancia, el armazón de supuestos construido para abordar esa problemática no permitió incorporar adecuadamente el tratamiento de la innovación que responde a comportamientos y circunstancias muy diferentes de las contempladas en la economía neoclásica.

Por lo tanto, el estudio de la innovación como proceso y como fuente fundamental de competitividad y desarrollo ha ido avanzando principalmente por fuera del *mainstream* económico, aun cuando su importancia también es reconocida por este en sus esfuerzos parciales y normalmente poco exitosos de incorporarlo en sus esquemas.

Gran parte de este esfuerzo se ha realizado en el marco del enfoque evolucionista de la economía que, de acuerdo com Dosi *et al.* (1994) consta

de tres elementos centrales (que lo diferencian claramente del enfoque neoclásico): i) los agentes poseen racionalidad limitada; ii) las transacciones entre agentes ocurren fuera del equilibrio y iii) los mercados e instituciones actúan como mecanismos imperfectos de selección entre agentes y tecnologías heterogéneas. Dentro del mismo enfoque, desde una perspectiva dinámica, Nelson y Winter (1982) plantean que las firmas desarrollan rutinas que pueden o no ser seleccionadas por las instituciones y los mercados en los que actúan y, que en caso de no serlo, las obligan a desarrollar procesos de búsqueda de nuevas rutinas, es decir, a innovar para adaptarse a las condiciones en las que operan.

En coincidencia con estas ideas se han creado numerosos trabajos que han dado lugar a un conjunto de hechos estilizados acerca de la forma y las condiciones en que se desarrolla el proceso de innovación. En esa dirección Dosi (1988) destaca las condiciones de incertidumbre en que se desarrolla el crecimiento de las oportunidades tecnológicas registrado en las últimas décadas a partir de los avances en el conocimiento científico y de su carácter acumulativo. A su vez, la creciente complejidad de las actividades de investigación e innovación va modificando el ambiente propicio para que estas se desarrollen desde el innovador individual hacia un despliegue más sistémico en el que tanto la formalización como los mecanismos de aprendizaje a partir de la acción productiva (*learning by doing*) o del uso de tecnología incorporada (*learning by using*) tienen un papel relevante.

La consideración de estos elementos ha permitido pasar de una interpretación lineal unidireccional del proceso de innovación, desde la ciencia hacia la tecnología y posteriormente hacia el mercado, a una interpretación más compleja, en la que predomina la interacción con flujos bidireccionales de información y conocimiento entre diversos actores (modelo interactivo). En ese marco, se conjugan elementos que resaltan el carácter esencialmente heterogéneo del proceso de innovación, lo cual plantea un importante desafío a su estudio y a la construcción teórica alrededor de su concepto. Uno de los caminos utilizados para avanzar en esa dirección es el de construir teorías a partir de la identificación de regularidades que, aun en el marco de la heterogeneidad predominante, permitan realizar una interpretación estilizada del proceso de innovación centrada en un conjunto acotado y manejable de dimensiones y variables. Surge en este contexto el concepto de patrón de innovación que se sustenta en la generación de clasificaciones, tipologías y taxonomías de conductas relativas a la innovación que permiten distinguir lógicas

y características diferenciales en el proceso de innovación desarrollado por los individuos o empresas pertenecientes a las distintas categorías. En la mayoría de los casos, la unidad de base de esas clasificaciones es el sector de actividad.

Patrones sectoriales de innovación

Los patrones sectoriales de innovación aluden a la existencia de ciertas regularidades en aspectos tales como los tipos de esfuerzos, resultados, trayectorias, fuentes de información, entre otros, del proceso de innovación a nivel sectorial. En tal sentido, la identificación de patrones sectoriales permite estilizar las características predominantes compartidas en esos aspectos por distintos grupos de sectores que configuran las categorías de las diferentes clasificaciones.

Dentro de esta perspectiva general existen variados abordajes específicos aunque en general complementarios. Uno de ellos es la teoría del ciclo de vida del producto. Esta teoría, basada fundamentalmente en los trabajos de Utterback y Abernathy (Utterback y Abernathy, 1975; Abernathy y Utterback, 1978), sostiene que las tecnologías de producto y de proceso asociadas a un determinado bien o actividad coevolucionan a través de un ciclo de vida compuesto por diferentes fases (1975) o patrones (1978). La primera fase, denominada fluida, involucra la etapa en la que un concepto nuevo se está transformando en producto, por lo que se caracteriza por ser muy activa en la innovación orientada a sus características y prestaciones, fundamentalmente como respuesta a la recepción de los consumidores. Este es un proceso de prueba y error en el que muchos diseños alternativos compiten y la mayoría de ellos quedan en el camino. La segunda fase (transicional), a partir de una mejor identificación del producto que materializa el concepto y tiene aceptación por parte de los usuarios, inicia un proceso de estandarización del concepto, acompañado de algunas innovaciones de proceso orientadas a permitir esa estandarización y a la necesidad de incrementar las cantidades producidas. En la tercera fase, denominada específica, la estandarización del producto es un hecho y surge el denominado “diseño dominante”, por lo que los mayores esfuerzos se centran en la tecnología de proceso, buscando la reducción de costos unitarios a través de las economías de escala. Desde una perspectiva de dinámica industrial, la primera fase se encuentra asociada a elevadas tasas de entrada y salida de firmas, a dife-

rencia de la última, en la que, impuesto un diseño dominante, la entrada y la salida son menores. Como consecuencia de esta dinámica, en la primera fase predominan las firmas pequeñas mientras que en la última el desarrollo de las economías de escala lleva a una mayor concentración y a un mayor tamaño de las empresas. De esta forma, de acuerdo con la fase del ciclo de vida en que se encuentre una determinada actividad, es de esperar que predominen las innovaciones de producto, las de proceso o que ambas convivan con tasas similares.

Desde otra perspectiva, Pavitt (1984) también sostiene la existencia de regularidades sectoriales en las actividades tecnológicas. En su enfoque enfatiza las diferencias sectoriales en las fuentes de la tecnología, las necesidades de los usuarios y las formas de apropiación de los beneficios que, a su vez, tienen consecuencias en las formas de innovación sectoriales. A partir de datos sobre alrededor de 2000 innovaciones significativas y de las características de las firmas que las introdujeron, identifica tres patrones de innovación: i) patrón basado en la ciencia; ii) patrón dominado por los proveedores y iii) patrón intensivo en producción, que a su vez se compone de un grupo intensivo en escala y otro de proveedores especializados. Si bien Pavitt construye su clasificación a partir de las trayectorias tecnológicas de firmas innovadoras, su taxonomía es sectorial.

Nelson y Winter (1982) proponen el concepto de régimen tecnológico y Winter (1984) extiende la discusión sobre la competencia schumpeteriana y desarrolla el concepto de régimen schumpeteriano. Sobre esta base conceptual, Malerba y Orsenigo (1990, 1993, 1995, 1996 y 1997) desarrollan una metodología que les permite operacionalizar el concepto de regímenes tecnológicos schumpeterianos sobre la base de los conceptos de oportunidad tecnológica, apropiabilidad de los resultados económicos de la innovación, acumulatividad tecnológica y base de conocimiento. La oportunidad hace referencia a las diferencias que presentan los distintos sectores en sus posibilidades de innovar, en general a partir de su cercanía o no con los campos del conocimiento científico que mueven la frontera del conocimiento a un mayor ritmo. La apropiabilidad alude a la facilidad que tiene el innovador para apropiarse de los beneficios generados por sus innovaciones, evitando la copia. Esta característica también varía entre sectores. La acumulatividad, por su parte, recoge un concepto fundamental del enfoque evolucionista ya que indica que la posibilidad de avanzar en el conocimiento tecnológico es función del nivel de conocimientos ya alcanzados y que esta característica es más importante en algunos sectores que en otros. Combinando estos conceptos, Malerba

y Osenigo identifican dos regímenes tecnológicos schumpeterianos alternativos. El primero de ellos, al que denominan Schumpeter Mark I, muestra características que lo emparentan con la primera interpretación de Schumpeter (1912) acerca del papel preponderante de los emprendedores individuales en el proceso de innovación y el segundo, Schumpeter Mark II, con la segunda interpretación de Schumpeter (1942) en la que ganan protagonismo las actividades formales de investigación y desarrollo (I+D) llevadas a cabo en los laboratorios de grandes empresas que ostentan poder oligopólico en el mercado. El régimen Schumpeter Mark I se caracteriza por una elevada oportunidad, reducidas apropiabilidad y acumulatividad y por una base de conocimiento de tipo tecnológico, mientras que el régimen Schumpeter Mark II se caracteriza por elevados niveles de oportunidad, apropiabilidad y acumulatividad y por poseer una base de conocimiento de tipo científico. Estos regímenes difieren en su estructura y dinámica industrial. En el primer caso, la actividad innovadora se encuentra escasamente concentrada y es realizada por un número elevado de firmas, a la vez que la entrada de innovadores es elevada y la jerarquía de estos es inestable. En el segundo caso, se presentan las características contrarias.

Desde una perspectiva más aplicada, sin tanta densidad conceptual, otra taxonomía de tipo sectorial de uso extendido en la literatura reciente sobre innovación es la desarrollada por la OCDE. Esta clasificación se basa en la intensidad tecnológica de las industrias, medida como el cociente entre el gasto directo e indirecto de I+D y la producción o el valor agregado. En función de ese cociente se elabora un ranking sectorial que da lugar a la identificación de cuatro categorías: alta tecnología, media-alta tecnología, media-baja tecnología y baja tecnología (Hatzichronoglou, 1997; Loschky, 2008).

Este conjunto de clasificaciones tienen una amplia difusión y fueron profusamente utilizadas en la literatura aplicada sobre innovación y en estudios de contenido tecnológico del comercio internacional. Sin embargo, en América Latina también se han desarrollado taxonomías orientadas a clasificar los diferentes sectores en función de sus características estructurales, sus procesos de competencia y sus actividades tecnológicas. Ferraz *et al.* (1995) hacen una clasificación de sectores (tradicionales, complejo automotriz y difusores de progreso técnico) que combina énfasis productivos y tecnológicos de manera similar a lo observado en la taxonomía de Pavitt. En el ámbito de la CEPAL, Katz y Stumpo (2001) desarrollan una clasificación sectorial basada en el factor de producción

usado con mayor intensidad: intensivos en recursos naturales, intensivos en mano de obra o intensivos en ingeniería (en otras clasificaciones también se denomina a esta categoría “difusora de progreso técnico”). Más recientemente, los trabajos de la CEPAL utilizan una clasificación más parecida a la de OCDE (basada en Lall, 2000) con cinco categorías: bienes primarios, manufacturas basadas en recursos naturales, manufacturas de baja tecnología, manufacturas de tecnología media y manufacturas de alta tecnología.

Uso y limitaciones de los patrones sectoriales de innovación

Los patrones sectoriales tienen como objetivo contribuir a una mejor comprensión del proceso de innovación y parten de la consideración de que la existencia de regularidades a ese nivel tiene la importancia suficiente para incidir en la actividad innovadora más allá de la heterogeneidad de las firmas o de las diferencias regionales. Para este fin, los patrones sectoriales realizan un importante aporte. En un análisis de estructura productiva o comercial, una mayor participación de sectores basados en la ciencia, de alta tecnología, intensivos en ingeniería o difusores de progreso técnico, sería un indicador de mayores capacidades tecnológicas nacionales. Los ejercicios de evolución de la composición de las exportaciones y producción de un país y las comparaciones internacionales pueden brindar evidencias que sirvan de base a políticas orientadas al cambio estructural.

Sin embargo, en términos aplicados, las diferentes clasificaciones y taxonomías presentan limitaciones de definición relacionadas con dos aspectos. Por un lado, las características e importancia de los sectores van variando con el paso del tiempo, tanto como consecuencia de su maduración como de la irrupción de nuevas tecnologías de propósito general como las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), la biotecnología, la nanotecnología o la inteligencia artificial que pueden rejuvenecer los sectores existentes o dar lugar a la aparición de nuevos sectores. Por el otro, la medición de la innovación se limita a la identificación de innovaciones de producto o de proceso en el caso de Pavitt, a diversos indicadores basados en información sobre patentes en el de Malerba y Orsenigo y al peso relativo de las actividades de investigación y desarrollo en el caso de la OCDE. Todos estos indicadores, como ya fue documentado largamente en la literatura sobre capacidad

de absorción, resultan insuficientes para caracterizar cabalmente la actividad y capacidad innovadora de empresas, sectores y países. En el caso latinoamericano, las taxonomías tienen componentes *ad hoc* y consideraciones cualitativas que no están, sin embargo, orientadas a subsanar esta limitación.

Además de ello, en la literatura los patrones sectoriales se han convertido crecientemente en un recurso instrumental. En tal sentido, son generalizados los estudios de contenido tecnológico de la producción o el comercio de distintos países sustentados en información estadística sectorial clasificada de acuerdo con alguna de las taxonomías mencionadas en base a criterios que normalmente no están totalmente explícitos.

A estas cuestiones generales se suman algunas limitaciones más específicas. Por un lado, las estadísticas productivas y comerciales no responden a criterios tecnológicos y por lo tanto resulta imposible hacer todas las desagregaciones que serían necesarias para luego reagrupar las actividades siguiendo criterios tecnológicos. Bajo una misma categoría sectorial se registran actividades que en los análisis productivos o comerciales pueden tener una elevada afinidad pero que en los análisis tecnológicos pueden considerarse muy diferentes. Por ejemplo, en una industria de componentes complejos como la electrónica, la actividad de investigación y desarrollo destinada a generar nuevos dispositivos puede requerir un esfuerzo y una capacidad tecnológica muy elevada, como también la producción de los componentes más sensibles y modernos. Sin embargo, la fabricación de algunas de las piezas más estandarizadas y el ensamble final de los distintos componentes puede constituir una actividad que demanda muy poco esfuerzo y capacidad tecnológica. En la medida en que las estadísticas no permiten distinguir entre los distintos eslabones de la cadena, para el registro productivo y comercial todas estas actividades se consideran como industria electrónica y así ingresan en las distintas clasificaciones tecnológicas. Por ello, la actividad de ensamblaje final de componentes electrónicos, que no es intensiva en conocimiento ni demandante de mano de obra calificada, se consideraría una actividad basada en la ciencia según la taxonomía de Pavitt, de alta tecnología según la de la OCDE, difusora de progreso técnico según la de Ferraz *et al.* y manufactura de alta tecnología según la CEPAL. Este aspecto, además de marcar una limitación de las estadísticas productivas

y comerciales para realizar análisis tecnológicos, cuestiona el concepto mismo de sector basado en esas dimensiones para este tipo de análisis.¹

Las limitaciones mencionadas se refuerzan cuando se tienen en cuenta dos aspectos adicionales. Por un lado, los patrones sectoriales de innovación solo consideran la posibilidad de alta tecnología en las actividades manufactureras y, en algunos casos, de servicios. Dado que los patrones de innovación no están definidos para el sector primario, actividades intensivas en conocimiento como la producción de semillas, que tiene una elevada incidencia de la biotecnología, o la crianza de ganado, con incidencia creciente de la genética y de tecnologías relativas a trazabilidad, se consideran actividades de bajo contenido tecnológico en cualquier análisis. Por el otro, aun en el caso de poder identificar adecuadamente las intensidades tecnológicas de los distintos eslabones de la cadena dentro de un mismo sector, diversos estudios muestran que una misma actividad, incluso en el mismo eslabón de la cadena, puede desarrollarse con muy diferentes intensidades tecnológicas en distintos países. En el comercio mundial, los estudios sobre calidad exportadora muestran que es posible encontrar la coexistencia de productores muy sofisticados y de alto valor agregado con productores de baja calidad y precio dentro de un mismo bien (Lederman y Maloney, 2012).

Mientras que las consideraciones sobre la amplitud de las clasificaciones –y la deseabilidad de incluir un análisis específico de las actividades primarias– y sobre la necesidad de profundizar la desagregación para identificar eslabones con diferentes intensidades tecnológicas dentro de un mismo sector se pueden interpretar como modificaciones dentro del mismo marco de patrones sectoriales, la consideración acerca de las diferentes calidades o intensidades tecnológicas internacionales de una misma actividad resulta más disruptiva con respecto al concepto de patrón sectorial. En tal sentido, mientras que la idea de patrón sectorial, más ajustada o menos ajustada según lo señalado, apunta fundamentalmente a asociar la intensidad tecnológica con el “qué se produce”, las consideraciones sobre la calidad enfatizan el cómo se produce y, en ese marco, tienden a disociar la idea de intensidad tecnológica del sector o de la actividad *per se*.

¹ Una discusión en esta dirección se encuentra en Anlló y Peirano (2005), que muestran cómo diferentes eslabones de las cadenas de la indumentaria, del aceite y del software pueden ubicarse en distintas categorías de la taxonomía de Pavitt aun cuando forman parte de un mismo sector de actividad.

Conclusiones

El concepto de patrones sectoriales de innovación implica un avance en la comprensión de la forma en que se desarrolla el proceso de innovación. La innovación es un fenómeno que presenta heterogeneidades en varios niveles y el concepto de patrón ayuda a estilizar y alcanzar una mejor comprensión de las lógicas predominantes en ese fenómeno. Las distintas taxonomías desarrolladas con este propósito sirven además para darle una aplicación práctica al concepto en el análisis tecnológico de estructuras productivas y exportadoras de los países. En tal sentido, los patrones realizan un aporte conceptual y aplicado con posibilidad de arrojar luz sobre procesos de cambio estructural.

Sin embargo, este uso instrumental del concepto de patrones se enfrenta a un conjunto de limitaciones. En general, las estadísticas que se utilizan para definir patrones no fueron construidas siguiendo una lógica tecnológica, por lo que no necesariamente se ajustan adecuadamente a este objetivo. Como resultado de ello, muchas veces los niveles de agregación impiden identificar las distintas actividades que contribuyen a la producción o exportación de un sector o subsector y que tienen características tecnológicas específicas. Además de esta limitación derivada de la agregación, hay un conjunto de actividades que se consideran de por sí poco relevantes desde la perspectiva tecnológica y que pasan a conformar un paquete homogéneo que no se analiza en detalle. Esto ocurre con la producción primaria que en cualquier taxonomía forma parte del conjunto amplio de los sectores de baja tecnología, aun cuando en los últimos años muchas de sus actividades han incorporado mucha I+D e intensidad de conocimiento gracias a las nuevas tecnologías de propósito general como la biotecnología, la nanotecnología y las TIC que, especialmente en el primer caso, encuentran su mejor base de desarrollo y aplicación en estas actividades.

Todos estos aspectos plantean la necesidad de repensar el concepto de patrones sectoriales de innovación a la luz de sus limitaciones conceptuales y aplicadas y en el marco del cambio de paradigma tecnoproductivo en ciernes. En ese marco, una idea de patrón de innovación que apunte a identificar cómo y cuánto innovan las distintas actividades en el nuevo contexto, con el mayor grado de desagregación posible, y que se aleje de la idea preconcebida a partir de evidencia que ha quedado desactualizada sobre qué actividades innovan, puede constituir un avance hacia la resignificación del concepto.

Bibliografía

- Abernathy, W. y Utterback, J. (1978). "Patterns of Industrial Innovation". *Technology Review*, junio/julio, pp. 41-47.
- Anlló, G. y Peirano, F. (2005). *Una mirada a los sistemas nacionales de innovación en el Mercosur: análisis y reflexiones a partir de los casos de Argentina y Uruguay*. CEPAL, Serie Estudios 22.
- Dosi, G. (1988). "Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation". *Journal of Economic Literature*, vol. 26, n° 3, pp. 1120-1171.
- Dosi, G.; Freeman, C. y Fabiani, S. (1994). "The Process of Economic Development: Introducing Some Stylized Facts and Theories on Technologies, Firms and Institutions". *Industrial and Corporate Change*, vol. 3, n° 1, pp. 1-45.
- Ferraz, J.; Kupfer, D. y Haguenaer, L. (1995). *Made in Brazil. Desafios competitivos para a indústria*. Río de Janeiro: Editora Campus.
- Hatzichronoglou, T. (1997). "Revision of the High-Technology Sector and Product Classification". *STI Working Papers*, 1997/2. París: OCDE.
- Katz, J. y Stumpo, G. (2001). *Regímenes competitivos sectoriales, productividad y competitividad internacional*. CEPAL, Serie Estudios 103.
- Lall, S. (2000). "The Technological Structure and Performance of Developing Country Manufactured Exports, 1985-98". *Oxford Development Studies, Taylor & Francis Journals*, vol. 28, n° 3, pp. 337-369.
- Lederman, D. y Maloney, W. (2012). *Does What You Export Matter? In Search of Empirical Guidance for Industrial Policies*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Loschky, A. (2008). "Reviewing the Nomenclature for High-Technology Trade. The Sectoral Approach". OCDE, *Statistics Directorate, STD/SES/WPTGS*, n° 9, París, septiembre.
- Malerba, F. y Orsenigo, L. (1990). "Technological Regimes and Patterns of Innovation: a Theoretical and Empirical Investigation of the Italian Case". En Heertje, A. (comp.), *Evolving Industries and Markets Structures*, pp. 283-305. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- (1993). "Technological Regimes and Firm Behavior". *Industrial and Corporate Change*, vol. 2, n° 1, pp. 45-71.

- (1995). “Schumpeterian Patterns of Innovation”. *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19, n° 1, pp. 47-65.
- (1996). “Schumpeterian Patterns of Innovation Are Technology Specific”. *Research Policy*, vol. 25, pp. 451-478.
- (1997). “Technological Regimes and Sectoral Patterns of Innovative Activities”. *Industrial and Corporate Change*, vol. 6, n° 1, pp. 83-117.
- Nelson, R. y Winter, S. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Pavitt, K. (1984). “Sectoral Patterns of Technical Change: towards a Taxonomy and a Theory”. *Research Policy*, vol. 13, pp. 343-374.
- Schumpeter, J. (1912). *The Theory of Economic Development*. Cambridge, MA: Harvard Economic Studies.
- (1942). *Capitalism, Socialism and Democracy*. Nueva York: Harper.
- Utterback, J. y Abernathy, W. (1975). “A Dynamic Model of Process and Product Innovation”. *Omega*, vol. 3, n° 6, pp. 639-657.
- Van de Poel, I. (2003). “The Transformation of Technological Regimes”. *Research Policy*, vol. 32, pp. 49-68.
- Winter, S. (1984). “Schumpeterian Competition in Alternative Technological Regimes”. *Journal of Economic Behavior & Organization*, vol. 5 n° 3-4, pp. 287-320.

Capítulo 17

Los modelos “history friendly” y los modelos basados en agentes para la explicación de trayectorias sectoriales*

Minho Yoon y Keun Lee

Introducción

En este capítulo comparamos los modelos basados en agentes (ABM, por sus siglas en inglés) y los modelos afines a la historia o “history friendly” (HFM, por sus siglas en inglés) con los modelos neoclásicos y discutimos sus potencialidades y limitaciones. Los ABM son modelos simulados por computadoras que incorporan múltiples agentes heterogéneos, sus acciones y sus interacciones, con el objetivo de investigar el comportamiento del sistema como un todo. Los ABM se caracterizan por contar con agentes con racionalidad limitada, procesos de aprendizaje, interacciones en redes dirigidas no uniformes, desequilibrio y *path dependence*. Sin embargo, los ABM pueden ser criticados por la arbitrariedad con la que fijan sus supuestos. Los HFM son un tipo particular de ABM en los que se asume un criterio para la calibración en el que la historia importa. Los HFM apuntan a capturar en forma estilizada las teorías cualitativas sobre los mecanismos y los factores que afectan la evolución industrial, los avances tecnológicos y los cambios institucionales. En este contexto, los HFM se refieren principalmente a sectores específicos. El desarrollo de un modelo “history friendly” consta de tres etapas: en primer lugar,

* Una versión previa de este trabajo fue publicada en *Evol. Inst. Econ. Rev.*, vol. 6, n° 1, pp. 45–70 (2009).

se construye una teoría apreciativa de la historia de un sector específico; en segundo lugar, se proponen simulaciones que replican la historia y, por último, se presentan simulaciones alternativas que divergen de la historia y que permiten comparar los resultados en diferentes escenarios posibles. La construcción y la calibración de un HFM se lleva a cabo bajo los lineamientos de la historia.

Los modelos “history friendly”, propuestos por primera vez por Malerba *et al.* (1999), han probado ser una herramienta de modelización útil para explicar la evolución de sectores tales como el de las computadoras personales (Malerba *et al.*, 1999), las DRAM (Memoria Dinámica de Acceso Aleatorio, por sus siglas en inglés) (Kim y Lee, 2002) o la industria farmacéutica (Malerba y Orsenigo, 2002). Los HFM fueron diseñados para superar ciertas limitaciones de los modelos evolucionistas de primera generación y zanjar la brecha entre la modelización formal y las teorías apreciativas. El objetivo de este capítulo es mostrar la fortaleza de los HFM como estrategia de calibración de modelos basados en agentes.

Los HFM fueron desarrollados en el marco de la teoría económica evolucionista, por lo que se encuentran en concordancia con sus principales supuestos y premisas conceptuales. De hecho, dos autores clave en el desarrollo de los HFM son Richard Nelson y Sidney Winter, padres fundadores del evolucionismo económico moderno. Los HFM comparten con la economía neoschumpeteriana y los sistemas complejos la estrategia de modelización. Los HFM son una clase de modelo basado en agentes, por lo tanto, es lógico comenzar por describir las características y los problemas metodológicos de los ABM antes de introducir los HFM.

Los ABM se han utilizado con mayor frecuencia en las ciencias sociales, tales como las ciencias políticas y la sociología, y en las ciencias naturales como la física, la química y la biología evolucionista. La historia de los ABM comienza con Von Neumann en la década del cuarenta, cuando propone la máquina que lleva su nombre. Si bien en aquella época ya existían nociones similares a un ABM moderno, como los modelos de autómatas celulares, el limitado poder de procesamiento de las computadoras dificultaba la utilización y el desarrollo de esas ideas. Hacia fines de la década del setenta, comienza el desarrollo de las herramientas específicas para los ABM, principalmente por matemáticos y científicos de la computación, en un contexto de creciente interés académico en los sistemas complejos. Sin embargo, recién en la década del noventa los ABM comenzaron a ser utilizados en muchas disciplinas como la economía, la

física y la biología evolucionista, debido en parte al fuerte crecimiento de la capacidad y poder de procesamiento de las computadoras personales.

En economía, desde que Nelson y Winter (1982) desarrollaron su modelo simulado por computadora con múltiples agentes heterogéneos guiados por rutinas, se han utilizado muchos ABM con gran éxito para explorar diversos fenómenos como, por ejemplo, las trayectorias sectoriales (Nelson y Winter, 1982; Malerba *et al.*, 1999; Kim y Lee, 2003; Malerba y Orsenigo, 2002; Malerba *et al.*, 2008), ciertas propiedades macroeconómicas (Fagiolo y Dosi, 2003; Dosi *et al.*, 2006), el comportamiento del mercado laboral (Tsfatsion, 2000; Fagiolo *et al.*, 2004), la dinámica del consumidor (Cowan y Jonard, 2003; Yoon, 2007), el crecimiento económico (Nelson y Winter, 1982) o el desenvolvimiento económico (Saviotti y Pyka, 2004).

Los ABM en economía se caracterizan por la presencia de: i) agentes dotados de racionalidad limitada, ii) procesos de aprendizaje, iii) interacciones dirigidas no-uniformes entre agentes, iv) habilidades y reglas de comportamiento heterogéneas, v) desequilibrio, vi) *path dependence*, vii) procesos de generación la novedad y viii) mecanismos de selección. En este capítulo comparamos cada una de estas características con los modelos neoclásicos y discutimos cuán apropiados son los ABM como herramienta formal para modelización en la economía neoschumpeteriana.

La mayoría de los economistas de la corriente principal (*mainstream*) aún no consideran los ABM como una herramienta formal útil para la modelización, a pesar de haber sido aplicados con éxito en diversos campos durante las últimas dos décadas. Existen algunas razones que justifican esto. En primer lugar, como explicaremos más adelante, los ABM no son apropiados para investigar la cuestión de la elección de los agentes económicos en condiciones estáticas, que es el tema central de investigación de la corriente principal. Muchos economistas neoclásicos restringen el problema económico a la cuestión de la elección, por eso no están interesados en el cambio económico o en los procesos que, a lo largo de la historia, condujeron a un estado actual de las cosas, temas centrales en las tradiciones evolucionistas y neoschumpeteriana. En segundo lugar, a pesar de innumerables críticas, la corriente principal no permite apartarse de los supuestos centrales, según los cuales los agentes son racionales y sus funciones objetivo se pueden maximizar; en ese contexto, los ABM, que suponen agentes miopes, se consideran una herejía.

Los ABM aún presentan muchos problemas metodológicos que deben sortearse si se desea utilizarlos en las ciencias sociales. Con el rápido de-

sarrollo del poder de procesamiento de las computadoras se resolvieron muchos de los problemas técnicos graves que surgieron hace una década, pero aún subsisten algunas dificultades metodológicas y todavía no se ha consensuado un procedimiento común de análisis. Estas dificultades se refieren a las cuestiones de calibración y a reducir el grado de discrecionalidad en la elección de los supuestos. En los últimos tiempos, se han realizado algunas propuestas superadoras que integran a las diversas maneras de modelización basadas en agentes dentro de un único marco metodológico. Los modelos “history friendly” constituyen uno de los intentos más distintivos de elaborar una estrategia de calibración que considera información proveniente de la historia a partir de la metodología de modelización basada en agentes.

Luego de introducir en la economía un modelo genérico basado en agentes, en la sección siguiente comparamos sus principales características con los modelos económicos neoclásicos. En la segunda sección se debaten algunos de los problemas metodológicos más importantes. La sección tercera explica de qué manera los ABM son adecuados para modelizar la competencia neoschumpeteriana en presencia del cambio tecnológico. La sección cuarta introduce los HFM y se concentra en sus fortalezas al compararlos con el modelo basado en agentes genérico. Finalmente, la sección quinta presenta algunas conclusiones y perspectivas.

Características básicas de los ABM en una economía evolucionista

Representación abstracta de un ABM general

Un ABM es básicamente un modelo simulado por computadora que incorpora múltiples agentes heterogéneos, sus acciones y sus interacciones con el objetivo de investigar el comportamiento del sistema como un todo. Si bien todo modelo que considere las acciones e interacciones de los agentes puede llamarse ABM, en general se conocen con este nombre a aquellos modelos asociados con la programación evolucionista y los sistemas complejos. La mayoría de los ABM engloban una enorme complejidad de tal modo que no existen soluciones analíticas; por ello, los ABM son principalmente simulaciones de computadoras. Los estudios sobre economía evolucionista y economía de los sistemas complejos se beneficiaron con los ABM dado que, por sus características, son adecuados para construir un modelo que concuerde con sus premisas conceptuales. Debido a que

el objetivo de este capítulo es presentar los HFM, nos focalizamos en los ABM en la economía evolucionista sobre los que estos se basan, a pesar de que no todos los ABM aplicados a problemas económicos comparten las mismas características. Sin embargo, comenzamos con una introducción sobre un ABM general para mostrar su estructura antes de debatir las aplicaciones básicas de los ABM en la economía evolucionista.

Dado que los ABM presentan muchas variantes, es muy difícil realizar una abstracción que abarque tal rango de variedad. Pyka y Fagiolo (2005) realizaron la representación formal más abarcativa. En base a ese trabajo, a continuación enumeramos los elementos constitutivos básicos¹ de un modelo basado en agentes:

a. Tiempo discreto: $t=1, 2, \dots$

La mayoría de los ABM consideran tiempo discreto. Podemos imaginar un ABM en tiempo continuo, pero requeriría una enorme capacidad de procesamiento computacional para su ejecución, sin agregar complejidad a los ABM actuales en tiempo discreto.

b. Conjunto de agentes: $I_t\{1, 2, \dots, N_t\}$

El número de agentes cambia en el tiempo. Por ejemplo, salidas y entradas de nuevas empresas podrían aumentar o reducir el número total de agentes.

c. Microestados: $x_{i,t}(x^1_{i,t}, x^2_{i,t} \dots, x^L_{i,t})$

Cada agente posee variables de microestado. Estas variables se modifican de forma endógena a partir del comportamiento de la empresa y la dinámica macro (por ejemplo, producción, ganancias, nivel tecnológico, trayectoria tecnológica, etcétera).

¹ Además de lo expuesto por Pyka y Fagiolo (2005), los autores realizan otras descripciones y agregan algunos componentes.

d. Microparámetros

Cada agente se caracteriza por microparámetros (por ejemplo, dotaciones, salarios de reserva de los trabajadores, etcétera). Si bien estos parámetros no pueden modificarse en forma endógena, los shocks exógenos pueden cambiar sus valores. Si el objetivo de los ABM consiste en replicar la evolución de industrial (los modelos “history friendly” son un ejemplo típico de esto), entonces el cambio de los micro y macroparámetros puede desempeñar un papel importante.

En algunos parámetros, los agentes que pertenecen a una misma categoría comparten los mismos valores del parámetro. Por ejemplo, en Kim y Lee (2003), las firmas grandes y diversificadas se caracterizan por altos costos fijos y bajos costos variables mientras que las empresas especializadas se caracterizan por presentar la situación opuesta.

e. Macroparámetros $Q = (Q_1, Q_2, \dots, Q_M)$

Existen parámetros que no varían con el tiempo y que gobiernan el sistema en su totalidad; en otras palabras, son los parámetros que caracterizan a las instituciones económicas o a los regímenes tecnológicos. Algunos ejemplos podrían ser la acumulatividad o la apropiabilidad de la tecnología, el grado de oportunidad tecnológica o los parámetros de la distribución de probabilidades de las características de los agentes. Aunque los agentes no modifican los parámetros en forma endógena, el investigador puede alterar los valores de los parámetros durante el curso de las simulaciones con el objetivo de incorporar cambio estructural o regímenes tecnológicos cambiantes: por ejemplo, la revolución biotecnológica en la industria farmacéutica (Malerba y Orsenigo, 2002) o la interrelación tecnológica decreciente entre el diseño y la fabricación en la industria de semiconductores (Yoon y Malerba, 2009).

f. Estructuras de interacción

Las estructuras de interacción entre los agentes pueden representarse con un grafo G_t .² Según los objetivos de la investigación, las estructuras

² Para ver la representación de la estructura de redes en grafos, remítase a Diestel (2006).

de interacción pueden modificarse en forma endógena o exógena o permanecer invariables respecto del tiempo. Los vértices o nodos de un grafo G representan a los agentes y las aristas entre vértices representan el canal de las interacciones.

g. Reglas de comportamiento $R_{i,t}\{R_{i,t}^b(\cdot|\cdot), b=1, \dots, B\}$

Cada agente está dotado de un grupo de reglas de comportamiento que afectan directamente a las microvariables actuales dados los parámetros y los valores pasados. Técnicamente, las reglas de comportamiento trazan el mapa entre las variables actuales o pasadas y las variables del período siguiente. Por ejemplo, la función de producción determina la producción (una microvariable) de un agente, según su productividad y el stock de capital pasado. La función de decisión de inversión traza el mapa entre las diversas condiciones que afectan la rentabilidad y las actividades de inversiones futuras. Las reglas de comportamiento pueden modificarse en forma endógena o exógena de diversas maneras.

h. Macrovariables o variables agregadas $X_t(X_t^1, X_t^2, \dots, X_t^K)$

Las macrovariables o las agregaciones de las microvariables afectan la decisión en el nivel micro o a los mecanismos de selección (retroalimentación micro-macro) y pueden utilizarse como indicadores de los resultados de la simulación. Algunos ejemplos son la producción total, los precios de mercado y el número de las firmas.

Características básicas

La racionalidad limitada, las reglas de comportamiento basadas en rutinas, los mecanismos de selección y la heterogeneidad son algunos supuestos clave que caracterizan a los ABM y que los diferencian de los modelos económicos neoclásicos. A pesar de que no todos los ABM comparten estos supuestos de manera simultánea, estos son comunes a la mayoría de ellos.

a. La racionalidad limitada y las reglas de comportamiento basadas en rutinas

La economía neoclásica reduce la economía a una ciencia de elección en situación de escasez, de este modo, los agentes económicos poseen funciones objetivo bien comportadas y se enfrentan a un contexto de elección bien definido. La conducta de los agentes siempre se basa en la maximización de su función objetivo sujeta a restricciones. Los economistas neoclásicos intentan explicar todos los comportamientos humanos como resultado de la maximización aunque parezcan irracionales de manera ostensible. Si bien estos supuestos constituyen el núcleo de la economía neoclásica en términos del programa de investigación científica de Lakatos (Lakatos, 1970), no existe una justificación clara acerca de por qué se asume esta hipótesis de racionalidad (Hodgson, 2001). Más aún, se demostró que este tipo de racionalidad es contraria a la evidencia hallada por la psicología cognitiva y la economía experimental (Kagel y Roth, 1995; Plott y Smith, 1998).

Asimismo, algunos académicos han señalado que la maximización puede explicar los comportamientos de todos los humanos (o todos los comportamientos) mediante hipótesis auxiliares (Winter, 1964; Boland, 1981; Hodgson, 2001). Por ejemplo, si algunos agentes exhiben anomalías como comportamientos altruistas, podemos sortear este problema con facilidad si suponemos que la utilidad de un agente depende de la utilidad de otros. En consecuencia, no existe forma de falsear el supuesto de maximización. Desde un punto de vista popperiano, la falta de falsación del supuesto de maximización implica el carácter no científico de la economía neoclásica (Hodgson, 2001).

En lugar de funciones objetivo y del principio de maximización, los agentes de los ABM se guían por reglas de comportamiento. Una regla de comportamiento puede interpretarse como una rutina o un hábito que depende de un contexto específico. La propiedad esencial de estas reglas consiste en que se adquieren y se forman a lo largo de un sendero evolutivo (Simon, 1957; Nelson y Winter, 1982; Hodgson, 2001). Entonces, cada agente posee reglas diferentes que pueden cambiar con el tiempo. En algunos modelos, la formación de las reglas de comportamiento en sí misma es un tema de central del modelo, pero en otros, cuando el objetivo es concentrarse en fenómenos a un nivel macro, las reglas de comportamiento están fijas, determinadas por la evidencia empírica o por supuestos “no demasiado irrealistas”.

b. Alto grado de heterogeneidad de los agentes

No existen agentes representativos en los ABM. Si bien la heterogeneidad se ha vuelto una cuestión relevante en la economía neoclásica, el grado de heterogeneidad permanece aún muy bajo con el objetivo de mantener la simplicidad necesaria para una solución analítica de equilibrio. Por el contrario, los ABM, al ser simulaciones computacionales, permiten, al menos en teoría, una heterogeneidad ilimitada de agentes. Aunque la capacidad de procesamiento de las computadoras restringe el grado real de heterogeneidad, algunos ABM actuales consideran un enorme grado de heterogeneidad.

En los ABM, la heterogeneidad no solo es impuesta por el investigador sino que también se genera en forma endógena. Las microvariables que caracterizan a los agentes (por ejemplo, el nivel tecnológico, la trayectoria tecnológica, el stock de capital y la reserva de liquidez) se modifican en el curso del tiempo por el desempeño o los esfuerzos de los agentes.

c. Mecanismos de selección

Si recordamos que el concepto evolutivo en economía comenzó como una analogía o metáfora de la teoría de evolución biológica, no cabe duda de que los mecanismos de selección constituyen el núcleo de los ABM. El mecanismo de selección más común es el mercado, pero también pueden existir mecanismos de selección de otra índole. Por ejemplo, podemos suponer que existen muchas empresas en un mercado dotadas de diferentes rutinas, tales como las rutinas de innovación y las rutinas de imitación, algo similar a la famosa competencia schumpeteriana (Schumpeter, 1934). Al disputarse el mercado, estas empresas obtienen niveles diferentes de ganancias o pueden sufrir pérdidas. Entonces, las empresas mejor adaptadas sobreviven y las menos adaptadas se ven forzadas a retirarse.

Dicho de otra manera, podemos decir que el mercado funciona como un mecanismo de selección de rutinas y no de firmas. Como el mercado selecciona las empresas que tienen mejores rutinas, las rutinas más inadecuadas desaparecen. Una diferencia entre evolución económica y la evolución biológica consiste en que las firmas pueden cambiar sus rutinas al imitar otras rutinas consideradas mejores que las utilizadas en la actualidad. En este sentido, se puede decir que los ABM se fundamentan

en la teoría evolucionista lamarckiana.³ Así, el mercado funciona como un mecanismo que difunde las rutinas más aptas. No es sorprendente que podamos encontrar la misma explicación en los libros de texto neoclásicos de microeconomía, aunque en este caso, como el proceso es convergente hacia el equilibrio, el proceso en sí mismo no se tiene en cuenta porque se supone que no impacta en el resultado del mercado. Entonces, el mercado es solo un mecanismo de asignación en un modelo formal neoclásico. La razón por la que se considera importante al proceso de selección en sí mismo en las teorías económicas evolucionistas, neoschumpeterianas y de los sistemas complejos que utilizan los ABM, se debe a las características de desequilibrio continuo, de retroalimentación macro y micro y de *path dependence*. En otras palabras, dado que los comportamientos actuales se basan en las trayectorias pasadas, el proceso en sí mismo afecta el resultado del mercado en forma significativa.

Los siguientes tres supuestos suelen encontrarse en los ABM, aunque no siempre es así.

d. Proceso de generación de la novedad

Los ABM pueden introducir novedad de origen endógeno o exógeno de modo continuo. Por ejemplo, la mutación y la desviación de un algoritmo genético crean reglas nuevas de comportamiento (Holland, 1975; Arifovici, 1994; Birchenhall, 1995). En Yoon y Malerba (2009), el surgimiento de nuevas formas organizacionales (*fabless y foundrys*) desempeña un papel importante en la evolución de la industria de los semiconductores.

e. Proceso de aprendizaje y capacidad

En la economía neoclásica, no hay lugar para el aprendizaje porque los agentes ya conocen todo lo que necesitan saber (Pyka y Fagiolo, 2005). Por el contrario, en los ABM, el proceso de aprendizaje y las expectativas adaptativas predominan. Sin embargo, no todos los ABM imponen procesos de aprendizaje; en muchos, se aplican reglas de comportamiento fijas,

³ En el pasado, consideraba la evolución lamarckiana como un malentendido típico de la teoría de la evolución biológica moderna, pero en los últimos años se resucitó el lamarckismo como la epigénesis.

muy simples, para enfocarse en otros aspectos, como las interacciones entre los agentes. Para el proceso de aprendizaje, algunos ABM en economía utilizan metodologías iniciadas por científicos de la computación y biólogos evolucionistas, como los algoritmos genéticos y el modelo NK (Kauffman, 1993; Arifovici; 1994; Birchenhall; 1995; Windrum y Birchenhall, 1998). Mediante el proceso de aprendizaje, los agentes acumulan capacidades. Estas pueden ser: la productividad, la habilidad para la investigación y desarrollo o la habilidad de predecir precios y rendimiento de los productos. Dado que las capacidades se acumulan a lo largo del proceso evolucionista, cada agente posee distintas capacidades.

f. Interacciones directas no uniformes

En el mundo neoclásico los agentes están aislados y solo interactúan entre sí en forma indirecta a través de los mercados. En cambio, en los ABM se permiten interacciones directas no-mercado entre los agentes. Si bien los modelos económicos neoclásicos recientes introducen este tipo de interacciones, como los efectos derrame y las economías de red, las interacciones son simétricas y uniformes para todos los agentes. En los ABM pueden instalarse diversos tipos de estructura de red: desde las más simples, las redes regulares o aleatorias, hasta las más complejas, como las redes libres de escala (Barabási y Réka, 1999) o las redes de mundo pequeño (Watts y Strogatz, 1998; Cowan y Jonard, 2003; Yoon, 2007).⁴ La estructura de la red puede imponerse en forma exógena o surgir de microestructuras a través de una retroalimentación micro-macro (por ejemplo, Cowan y Jonard, 2003). Aunque el interés en las redes complejas ha aumentado en la economía, la mayoría de los ABM todavía se basan en una estructura de red simple.

Características resultantes

a. Desequilibrio

Las características más distintivas de los ABM comparadas con los modelos económicos neoclásicos son la racionalidad limitada, la heterogenei-

⁴ Nota de los Editores: Para una definición de estas redes, ver el capítulo 19.

dad y el desequilibrio. El supuesto de hiperracionalidad en la economía neoclásica es coherente con el concepto de equilibrio. A pesar de la debilidad de la justificación del *tatonement* y de la capacidad de computar el equilibrio (Kirman, 1992; Richter y Wong, 1999), el supuesto del agente representativo junto con el concepto de racionalidad y equilibrio permiten resolver los modelos neoclásicos en forma analítica. Sin embargo, muchos académicos no solo del área de economía sino también de psicología han señalado que la economía está siempre en desequilibrio y que los agentes económicos no son hiperracionales (Simon, 1957; Hayek, 1967).

La racionalidad limitada no necesariamente produce desequilibrio; la teoría de los juegos evolutivos y el modelo de Klepper (1996) constituyen ejemplos típicos que combinan la racionalidad limitada dentro del concepto de equilibrio. El resultado de un ABM también puede converger en un punto; pero quienes utilizan estos modelos están interesados en el desequilibrio. Ello puede deberse a dos razones. En primer lugar, quienes diseñan los modelos ABM se basan en la tradición hayekiana o neoschumpeteriana, que argumenta que la economía está básicamente en un estado de desequilibrio; en segundo lugar, para explicar los fenómenos de desequilibrio, los ABM tienen algunas ventajas comparados con otros modelos de solución analítica.

b. La retroalimentación micro-macro y el surgimiento de las macropropiedades

En los ABM podemos encontrar la propiedad que mejor caracteriza a todo sistema complejo, es decir, el sistema completo exhibe algunas propiedades que no se reducen a las características de cada agente. Aunque es evidente que Nelson y Winter (1982) no conocían la ciencia de sistemas complejos, su modelo es complejo por naturaleza. Las propiedades emergentes del sistema complejo surgen de la retroalimentación micro-macro. Las actividades de las entidades micro producen un resultado macro; a su vez, este afecta al comportamiento micro. Mediante este proceso, surgen las macropropiedades que no pueden reducirse a las características de entidades micro.

c. *Path dependence*

A través de la retroalimentación micro-macro, las variables microeconómicas y macroeconómicas cambian en forma acumulativa a lo largo del tiempo, lo cual implica que la dinámica es irreversible. En otras palabras, la dinámica de los ABM no es estacionaria y depende de su trayectoria en el sentido de que las actividades de hoy se basan en el resultado de ayer. Por eso, el modelo debería ser simulado en computadoras y el investigador debería observar la trayectoria con el objetivo de encontrar propiedades significativas.

d. *Resumen de las características*

Estas características son típicas de los ABM; todos los ABM poseen retroalimentación micro-macro y todos ellos son complejos; sin embargo, podemos encontrar diferentes actitudes frente a la complejidad. La teoría de la complejidad es un campo de estudio interdisciplinario e intenta encontrar propiedades en sistemas complejos y aplicarlas a otros sistemas complejos. En economía, la tradición hayekiana suele ser más afín, en forma explícita, a la teoría de los sistemas complejos. Los ejemplos típicos, que apuntan a reemplazar la visión mecánica de la economía neoclásica representada por el equilibrio general Arrow-Debreu por un proceso *bottom-up*, incluyen el surgimiento espontáneo del dinero o el comportamiento de los precios en el mercado bursátil. El Santa Fe Institute, un instituto interdisciplinario de investigación dedicado a la teoría de los sistemas complejos, lidera los trabajos en esta dirección, por lo tanto su investigación coincide en mayor medida con la teoría de la complejidad en otras ciencias.

Otra línea de investigación llamada economía evolucionista o neoschumpeteriana está basada en el libro fundamental *An Evolutionary Theory of Economic Change* de Nelson y Winter (1982).⁵ Desde su aparición, los economistas evolucionistas modernos se concentraron principalmente en la relación entre el cambio económico y la innovación en el análisis económico. También, desde ese momento, el equilibrio general Arrow-Debreu se convirtió en la metodología formal de modelización más

5 Edición en español en prensa.

importante en la economía neoschumpeteriana.⁶ El presente capítulo se centra en esta tradición.

Problemas metodológicos de los ABM comparados con los modelos económicos neoclásicos

Supuestos arbitrarios y sobreparametrización

Se sabe que la economía neoclásica posee el núcleo más sólido de todas las ciencias sociales. Los modelos neoclásicos comparten algunos supuestos como hiperracionalidad, funciones objetivo bien comportadas y equilibrio, que se consideran verdades *a priori*. No existe ciencia que, en un cierto grado, no se base en los supuestos *a priori*. Este conjunto de supuestos puede considerarse el núcleo del programa de investigación científica planteado por Lakatos (1970). La economía neoclásica se caracteriza por un fuerte apriorismo (Windrum *et al.*, 2007) en el sentido de que el núcleo se define en forma explícita, nunca se lo expone a validación empírica, y no se permite ninguna desviación o alejamiento del núcleo. En contraste con los modelos neoclásicos, los ABM prácticamente no tienen un núcleo explícito y los investigadores consideran que cada uno de sus componentes debe validarse por teorías o datos empíricos. Entonces, podemos decir que los ABM se basan en un apriorismo débil comparados con los modelos neoclásicos (Windrum *et al.*, 2007).

La flexibilidad del núcleo de los ABM permite el uso de supuestos realistas, extiende al modelo y habilita el abordaje de fenómenos difíciles de comprender por disciplinas basadas en el apriorismo. Sin embargo, la flexibilidad también ocasiona algunos problemas. Las reglas de comportamiento utilizadas por los diseñadores de los modelos ABM son demasiado diversas. Es sencillo estar de acuerdo con que los agentes económicos tienen racionalidad limitada y con que están expuestos a la incertidumbre knightiana. Pero ¿qué tan inteligentes son? ¿Qué hábitos tienen? ¿Cómo se forman dichos hábitos? Todavía no existe una teoría general coherente que responda esas preguntas. Los diseñadores de los modelos ABM imponen supuestos arbitrarios y no demasiado realistas, en lugar de los supuestos aparentemente falsos de la economía neoclásica. Aunque

⁶ Frenken (2006) intentó utilizar los conceptos de la ciencia de sistemas complejos en el contexto neoschumpeteriano.

puede considerarse que la diversidad en sí misma refleja la flexibilidad de los ABM en sentido positivo, la arbitrariedad y la diversidad de los ABM socavan su utilidad como un programa de investigación científica consistente. Sin embargo, se han realizado algunos esfuerzos para resolver los problemas de arbitrariedad de los ABM (ver, por ejemplo, Lane, 1993b; Windrum *et al.*, 2007; Pyka y Fagiolo, 2008). Construir modelos que sean más sensibles a la historia puede ser una solución porque las rutinas y los hábitos son observables en un determinado contexto histórico aunque es difícil desarrollar sus principios generales. Este tema se tratará en la próxima sección.

La mayoría de los ABM, o quizás todos, poseen un problema de sobreparametrización. Incluso, en los casos en que algunos parámetros pueden calibrarse con datos reales, existen muchos otros que no. Por esto, los investigadores calibran los valores de los parámetros en forma arbitraria, lo cual es duramente criticado. En el pasado, el poder de procesamiento limitado de las computadoras dificultaba las extensas simulaciones de Montecarlo para verificar la robustez de los ABM o identificar conjuntos de valores de parámetros bajo los cuales los modelos producen resultados significativos. En los últimos tiempos, con el rápido desarrollo de las computadoras personales, los investigadores de los ABM realizan más simulaciones Montecarlo, pero sigue siendo imposible explorar todo el espacio de los parámetros. Los modelos “history friendly” adoptan una estrategia de ajuste peculiar, que también trataremos en la próxima sección.

Predictibilidad e implicancia de las políticas

Si un ABM se calibra completamente con datos reales, podría llegar a utilizarse para dar pronósticos cuantitativos y hacer experimentos que muestren las consecuencias de una política de sintonía fina. Sin embargo, dado que es imposible que todos los parámetros se calibren con datos reales, este tipo de resultados rara vez se ven en la teoría económica. Incluso si un ABM se calibra completamente con datos reales, la complejidad del modelo hace que los resultados del experimento no sean confiables. Como sugiere el “efecto mariposa”, un pequeño factor que el investigador no tenga en cuenta puede llevar al sistema en una dirección impredecible a través de procesos de retroalimentación positiva. No obstante, en la filosofía de la teoría de los sistemas complejos existe la creencia de que en fenómenos complejos y en apariencia caóticos pue-

de encontrarse un determinado patrón u orden. Por esto, dentro de un terreno cualitativo, los ABM ofrecen un laboratorio virtual en el cual la lógica de la política se somete a prueba y se delinearán escenarios posibles en condiciones diversas.

Una dificultad más importante para los pronósticos realizados por los ABM es la inconsistencia de los supuestos sobre las reglas de comportamiento. En los modelos neoclásicos, los agentes son hiperracionales en el sentido de que conocen toda la estructura de la economía, saben que otros agentes son racionales e incluso son conscientes de las consecuencias de sus acciones. Independientemente de que el supuesto de hiperracionalidad sea o no verdadero o eficaz para comprender el mundo real, el marco de la economía neoclásica es adecuado para desarrollar una teoría general del comportamiento de los agentes o de los fenómenos económicos. Pero tanto los ABM como la mayoría de las teorías económicas evolucionistas están expuestos a un problema inherente que surge al adaptar las metodologías de las ciencias naturales a las ciencias sociales. En las ciencias naturales, las actividades de los investigadores no afectan los comportamientos futuros de los quantums, las moléculas o las iguanas, entonces se supone que los ABM pueden obtener una teoría general que predice el futuro y que explica el pasado en forma retrospectiva. Sin embargo, los seres humanos son seres inteligentes que aprenden del pasado, por lo cual no se espera que los agentes económicos actúen en el futuro de la misma manera que actuaron en el pasado.

Podemos tomar como ejemplo los mercados de las DRAM (Memoria Dinámica de Acceso Aleatorio) y de los LCD (Pantalla de Cristal Líquido). Estos mercados han atravesado un comportamiento cíclico en sus precios. En apariencia, se debió a las actividades miopes de inversión por parte de los productores, como la describe el modelo de la telaraña (Mathews, 2005). Pero en la actualidad, en el mercado de las DRAM se ha visto una dinámica del tipo del “game of chicken” en el que todos los productores no cambian sus estrategias agresivas de inversión. Si bien es posible atribuir este nuevo fenómeno a otras razones, el cambio en las rutinas de inversión basado en el aprendizaje de las experiencias pasadas también podría convertirse en un factor principal. Podemos construir un ABM que refleje la modificación de las rutinas de inversión en forma retrospectiva, pero no podemos estar seguros de que las rutinas modificadas persistan en el futuro.

Las reglas de comportamiento en el mundo real se forman, de hecho, históricamente; esto significa que no existen reglas de comportamiento

generales en los seres humanos no condicionadas a un contexto histórico. Sin dudas, podemos suponer reglas de comportamiento generales no demasiado realistas en un determinado nivel de abstracción con pérdida de precisión histórica. Entonces, necesitamos equilibrar la tensión entre la generalidad y la precisión histórica. Se pueden imaginar dos maneras de equilibrar la tensión. La primera consiste en desarrollar la teoría general del comportamiento humano tanto como sea posible para que pueda representar las reglas de comportamiento observadas a lo largo de la historia sin perder generalidad. La segunda consiste en hacer que el modelo sea coherente con la historia mediante la incorporación de tantos datos históricos como sea posible. Volveremos a este tema en la sección siguiente.

Maleabilidad analítica versus precisión descriptiva

Una expresión que los economistas evolucionistas suelen citar, “simple pero incorrecto o complejo pero verdadero”, representa en forma adecuada el *trade-off* entre la simplicidad analítica de los modelos neoclásicos y la realidad de los modelos evolucionistas. El núcleo principal de la economía neoclásica proporciona una simplicidad analítica a los investigadores para que la implicancia de los modelos pueda comprenderse de manera fácil y consistente. No obstante, algunos economistas evolucionistas argumentan que la economía neoclásica solo se ocupa de la simplicidad analítica y no tiene en cuenta si el núcleo es verdadero desde el punto de vista empírico o si los supuestos y los resultados poseen implicancias económicas. Algunos economistas evolucionistas argumentan que los economistas neoclásicos suelen preferir agregar supuestos no realistas *ad hoc* con el mero objetivo de mantener la maleabilidad analítica. Pyka y Fagiolo (2005) incluso han dicho que la economía neoclásica “puede generar situaciones extrañas y patológicas, donde la respuesta a la pregunta ‘¿Cuál es la intuición económica detrás de este resultado?’ es ‘La tercera derivada de la función de utilidad es negativa’”.

Por el contrario, algunos economistas neoclásicos como Krugman (1996), que sí utilizaron los ABM, argumentan que son tan complejos que necesitan otro modelo para comprender los modelos originales. Si bien algunos economistas evolucionistas responden que los modelos económicos neoclásicos recientes también son demasiado complejos, es cierto que los ABM no pueden ofrecer herramientas analíticas para comprender

los mecanismos que los subyacen. A diferencia de los argumentos de los teóricos evolucionistas estrictos, pareciera que el *trade-off* entre “simple pero incorrecto” y “complejo pero verdadero” significa que un modelo simple puede ser más útil para explicar los fenómenos simples en los cuales los supuestos requeridos para obtener una solución analítica no sean demasiado realistas. En un ambiente económico simple y estable, el supuesto de hiperracionalidad no parece demasiado irrealista como aproximación a los comportamientos humanos. Sin dudas, sería mejor si impusiéramos rutinas de comportamientos humanos más sofisticadas, pero a veces la ganancia de la simplicidad supera la pérdida de la falta de realidad. Sin embargo, si nos abocamos a la dinámica compleja llena de incertidumbre knightiana y de cambios estructurales, el concepto de hiperracionalidad y equilibrio es demasiado irrealista. En este caso, como expresó Arrow (2000), la gran verdad yace en la complejidad. Entonces, podría ser mejor emplear una modelización compleja a expensas de la maleabilidad analítica.

Instrumentalismo versus realismo científico

En cierto grado, la economía neoclásica adopta el punto de vista instrumentalista de Friedman (1953). Si bien la racionalidad es uno de los supuestos centrales más importantes, está demostrado que la racionalidad se opone a la evidencia hallada por la psicología cognitiva y la economía experimental; incluso se sostiene que la economía neoclásica es válida porque es eficaz para explicar o predecir los fenómenos económicos. Sin embargo, la economía neoclásica no es coherente con el instrumentalismo en la medida en que los economistas neoclásicos no permiten ninguna modificación del núcleo para mejorar la predictibilidad (Windrum *et al.*, 2005).

Mientras tanto, los economistas de los ABM parecen inclinarse hacia el realismo científico, lo que implica el compromiso de considerar que las entidades teóricas existen en la realidad. En consecuencia, critican a los economistas neoclásicos por estar llenos de supuestos no realistas y *ad hoc* (Nelson y Winter, 1982; Kirman, 1992; Lane, 1993a, 1993b; Pyka y Fagiolo, 2005; Windrum *et al.*, 2007). Los ABM son realistas en el sentido de que los agentes son heterogéneos y con racionalidad limitada. Sin embargo, como señalamos anteriormente, la objetivación de la heterogeneidad y la racionalidad limitada en los ABM es tan sorprendentemente

diversa que no podemos abstraer ningún ambiente teórico general subyacente. Entonces, se requiere un mayor debate sobre la teoría general del comportamiento de las firmas y de los humanos.

En contraste con las opiniones negativas sobre el instrumentalismo, es irónico que muchos diseñadores de los modelos ABM adhieran a esta idea. Los modelos de autoorganización del mercado, desarrollados especialmente por académicos sin conocimiento directo de economía, suelen carecer de evidencia histórica o la ignoran como si fuera “solo un relato”. Aunque no caben dudas de que esos modelos son valiosos como teoría hipotética, debería prestarse mayor atención a la validación empírica.

Los ABM para explicar la evolución industrial

Desde Nelson y Winter (1982), los ABM se han utilizado en economía principalmente para explicar la evolución industrial en la que el cambio tecnológico desempeña un papel importante. Los ABM son en especial adecuados para modelizar los principios de la economía evolucionista y neoschumpeteriana que llevaron a que Pyka y Fagiolo (2005) dijeran que un ABM es “el” enfoque de modelización que debe buscarse en los entornos evolucionistas y neoschumpeterianos. En esta sección, explicamos la razón por la cual un ABM es adecuado para modelizar las teorías neoschumpeterianas de la evolución industrial.

La firma como repositorio de capacidades

Muchas teorías económicas neoschumpeterianas se basan en la perspectiva de Nelson y Winter (1982) sobre las firmas. Para ellos, estas se caracterizan por el conocimiento, las capacidades, los activos, la forma organizacional y las rutinas. Todos son, por naturaleza, muy heterogéneos y cambiantes en forma continua mediante los esfuerzos realizados por la empresa. Más aún, estos cambios son *path dependence*; por ejemplo, el conocimiento se acumula a partir del bagaje de conocimiento existente. De ese modo, hay una retroalimentación positiva entre el stock de conocimiento y el desempeño de la firma. Estas pueden alterar sus rutinas organizacionales, pero existe también una inercia organizacional que se origina en la racionalidad limitada. La trayectoria tecnológica de una empresa también es *path dependence*, porque la nueva tecnología se desarrolla

a partir de la tecnología existente. Por consiguiente, la heterogeneidad de las firmas persiste durante un largo tiempo y determina su desempeño.

Los ABM y los HFM pueden brindar herramientas adecuadas para modelizar las características de la firma con heterogeneidad creciente y *path dependence*. Las características de las empresas, como el stock de conocimiento, se representan con variables escalares de microestado, mientras que la trayectoria tecnológica se representa con una posición en el espacio vectorial. Estas variables pueden modelizarse para que cambien en forma local en el tiempo desde su estado actual.

La verdadera incertidumbre y las rutinas

La economía neoschumpeteriana es una teoría de cambio y la innovación se considera el impulsor más importante del cambio económico. La probabilidad de éxito en la innovación es incierta en un sentido knightiano. En consecuencia, el supuesto sobre la expectativa de la hiperracionalidad, que es esencial en la economía neoclásica, no es coherente con los conceptos económicos neoschumpeterianos. Por el contrario, estos economistas sostienen que las firmas tienen algunas rutinas que no maximizan las ganancias en el sentido de la economía neoclásica (Nelson y Winter, 1982). Existen algunas rutinas que cambian otras rutinas (Nelson y Winter, 1982). Si bien las firmas buscan obtener ganancias, son miopes y necesitan un proceso de prueba y error para cambiar sus rutinas; esto implica que la historia regula sus cambios. Por esto, las empresas tienen conjuntos de rutinas heterogéneas. Como se explicó anteriormente, las rutinas heterogéneas pueden programarse en un ABM como las reglas de comportamiento de la empresa. A veces, el fenotipo y el genotipo de una empresa se diferencian como en la evolución biológica. Una firma posee un conjunto de reglas que realizan la misma función de maneras diferentes y elige una como genotipo. Si el rendimiento de la regla actual no es satisfactorio, puede orientarse a otras rutinas. En los ABM, se pueden utilizar diversos tipos de rutinas que cambian las reglas. Por ejemplo, en Kim y Lee (2003), las estructuras de las ecuaciones de las reglas de comportamiento se fijan por “reglas no demasiado irreales” y las firmas pueden cambiar los parámetros si el desempeño no es satisfactorio. Windrum y Birchenhall (1988), Arifovic (1994) y Birchenhall (1995) adoptaron un algoritmo genético como mecanismo que genera cambios en las rutinas.

El proceso de evolución irreversible y dependiente de la trayectoria y la existencia de ganadores y perdedores

El proceso de evolución de las industrias es irreversible y dependiente de la trayectoria en la economía neoschumpeteriana. Dado que los ABM se caracterizan por una “verdadera” dinámica, pueden mostrar, en forma explícita, el proceso de evolución neoschumpeteriano de las industrias. Una de las características más importantes de la competencia schumpeteriana es la existencia de ganadores y perdedores (Nelson y Winter, 1982). La persistente heterogeneidad de los agentes, la dinámica verdadera y los mecanismos de selección hacen que algunas firmas crezcan con mayor rapidez que otras y obliga a algunas a retirarse del mercado. Como consecuencia, algunos ABM como los de Nelson y Winter (1982), Malerba *et al.* (1999), Malerba *et al.* (2007) y Windrum y Birchenhall (1995) muestran la evolución de la distribución de los tamaños de las empresas en el proceso de evolución industrial.

Cambio cualitativo y estructural

El proceso de evolución industrial comprende no solo el cambio cuantitativo, sino también el cualitativo. Por ejemplo, los productos nuevos o las tecnologías nuevas que son los principales impulsores de la evolución industrial producen la reestructuración de las estructuras industriales. El cambio cualitativo se modela en los ABM mediante el cambio de parámetros macro o la introducción de nuevos tipos de agentes, productos, reglas de comportamiento y consumidores.

Los modelos “amigables con la historia” y los problemas metodológicos

Como dijimos en la sección anterior, a pesar de los argumentos de los diseñadores de los modelos ABM sobre su éxito en la exploración de la evolución de la economía, los modelos eran criticados. Entonces, algunos académicos comenzaron la búsqueda de metodologías más elaboradas para ellos. El esfuerzo provino de dos direcciones opuestas. Bottazzi *et al.* (2001), Winter *et al.* (2000), Fagiolo y Dosi (2003) y Dosi *et al.* (2006) desarrollaron modelos generales para explorar los principios fundamentales

de la economía evolucionista y explicaron tantos fenómenos observados como fue posible con la menor cantidad de supuestos posibles. En otras palabras, estos trabajos apuntaron a los modelos generales y parsimoniosos que pueden cubrir el área de la economía neoclásica, por ejemplo, el ciclo de negocios, el crecimiento económico, etcétera, de manera más realista que los modelos neoclásicos. Se puede afirmar que esta dirección fortalece el núcleo de la economía evolucionista (Orsenigo, 2007). La otra dirección que se incorpora aquí en detalle es la de los modelos “amigables con la historia” (HFM).

La metodología de los HFM

Malerba *et al.* (1999) desarrollaron el concepto de la metodología HFM y el primer HFM de la industria de la computación. En ese momento, creían que la primera generación de modelos evolucionistas “ha estado experimentando algún tipo de retorno decreciente”, mientras que “nuestra comprensión acerca de los procesos evolucionistas en la economía ha aumentado en gran medida” (Malerba *et al.*, 1999). Por eso, concibieron una nueva generación de modelos evolucionistas.

Como señaló Orsenigo (2007), uno de los desarrolladores de los HFM, la economía evolucionista se fundamenta, en gran medida, en el estudio de casos históricos y empíricos como las teorías de la evolución biológica. Nelson y Winter (1982) los denominaron estudios de casos basados en las explicaciones verbales de las teorías apreciativas de los fenómenos observados. Los desarrolladores de los HFM descubrieron la brecha entre los modelos formales generales y las teorías apreciativas y pensaron que los HFM pueden zanjarla al incorporar los datos históricos de las teorías apreciativas al diseño de modelos formales.

Una de las creencias de Malerba *et al.* (1999) consistió en que los modelos evolucionistas deberían conocer bien las teorías apreciativas y ser capaces de describir la dinámica “verdadera” de los procesos específicos de industria basados en los mecanismos y factores propuestos por las teorías apreciativas. Las teorías apreciativas de la historia industrial suelen tener una dinámica no lineal, interacciones complejas entre agentes, heterogeneidades, cambios estructurales y dependencias de la trayectoria. Aunque Malerba *et al.* (1999) expresaron que un HFM no es necesariamente un ABM, esta es la razón por la cual un ABM se adecua mejor a este trabajo y, hasta ahora, todos los HFM son ABM.

La metodología HFM se compone de tres etapas. La primera consiste en la descripción de la historia basada en las teorías apreciativas adicionales o existentes que incluyen breves encuestas, un ambiente teórico de los factores estudiados y los mecanismos que afectan el proceso de evolución. Luego se construye un modelo capaz de replicar la historia de acuerdo con un determinado conjunto de valores de parámetros. Se denomina entorno estándar al conjunto de parámetros que permite la simulación para replicar la historia. Esto no implica que el modelo pueda replicar cada detalle histórico, solo la historia en sí misma puede hacerlo. Un HFM intenta replicar algunas características de la historia según las teorías apreciativas seleccionadas. Y el modelo construido no es “el” modelo de la industria pertinente amigable con la historia, sino un modelo amigable con la historia. Cada HFM da lugar a otro modelo que cubre otro aspecto y explica la historia con mayor precisión o parsimonia. El modelo es amigable con la historia ya que tanto su construcción como su calibración se rigen por las teorías apreciativas que describen la historia en forma cualitativa o cuantitativa.

Luego de realizarse la simulación que replica la historia, se efectúa una simulación de los hechos opuestos, es decir, se ejecutan simulaciones que difieren de la historia. En estas, se cambian los valores de los parámetros clave y los supuestos clave y puede observarse cómo los entornos de hechos opuestos afectan los resultados. Para afirmar que el modelo replica la historia descrita por las teorías apreciativas, los resultados en entornos divergentes con la historia deberían diferir de aquellos obtenidos en entornos estándares. Por el contrario, si los resultados de las simulaciones divergentes con la historia no tienen nada que ver con los resultados esperados, podemos dudar de la coherencia lógica de las teorías apreciativas.⁷

El primer HFM (Malerba *et al.*, 1999) examinó el surgimiento de la firma dominante en el mercado de los servidores en computación y la consecuencia de la incorporación de nueva tecnología (el microprocesador) y de abrir un nuevo segmento de mercado (las computadoras personales). Malerba *et al.* (2001) delinearon las implicancias de la política según Malerba *et al.* (1999) donde examinaron las políticas antimonopolios y de defensa de la competencia. Entre los hallazgos interesantes planteados en Malerba *et al.* (2001) se encuentra el hecho de que el tiempo de imple-

⁷ Para leer un debate crítico sobre los hechos opuestos en la economía evolucionista, ver Cowan y Foray (2003).

mentación de las políticas tiene importancia cuando la externalidad de la red es operativa. Kim y Lee (2003) mostraron el proceso evolucionista industrial de grandes empresas diversificadas que obligaban a las pequeñas empresas especializadas en la industria de las DRAM a retirarse del mercado. Malerba y Orsenigo (2002) capturaron la manera en que la revolución biotecnológica afectó la evolución industrial de la industria farmacéutica. Es conveniente destacar dos modelos, uno de Brenner y Murmann (2003) y el otro de Fontana *et al.* (2008) porque muestran la posibilidad de aplicar los HFM al estudio de la historia económica. Brenner y Murmann replicaron los fenómenos históricos cuando la farmacéutica alemana dominaba el mercado mundial a principios del siglo XX. Su obra es distintiva en el sentido de que utilizaron datos reales en forma amplia para calibrar el modelo. Fontana *et al.* abordaron el tema de la bifurcación en los estilos tecnológicos de la industria algodonera entre Estados Unidos y Gran Bretaña durante el siglo XIX.

Aunque los fundadores de la metodología HFM destacaron su fortaleza para replicar los mecanismos detallados que afectan la evolución industrial (Malerba *et al.*, 1999), otro aporte significativo de los HFM puede hallarse en la validación empírica y la calibración. Como ya se explicó, los ABM recibieron críticas por su arbitrariedad de supuestos y calibración. Dado que los HFM se construyen mediante un diálogo continuo con las teorías apreciativas, los supuestos pueden justificarse básicamente por la historia observada. La mayoría de los HFM requiere tantos supuestos que todos estos no pueden regirse directamente por la historia; en su lugar, se aplica un criterio “no demasiado irreal”. Sin embargo, esos supuestos aún se encuentran abiertos a la posibilidad de refutación. En los HFM, la calibración también está muy vinculada con las teorías apreciativas. Mediante los experimentos de prueba y error, el investigador busca un conjunto de valores de parámetros según los cuales el modelo replica los hechos estilizados. Este conjunto se denomina “entorno estándar”. La calibración de los HFM se justifica si se supone que los fenómenos históricos se comportan como si el entorno estándar fuera la condición en la cual evoluciona la industria. No obstante, la calibración amigable con la historia también tiene una desventaja; el entorno estándar podría no ser el único conjunto de parámetros según el cual el modelo replica hechos estilizados y no existe un criterio que juzgue cuál es verdadero o mejor.

Aunque la metodología HFM se diseñó en principio para explorar el proceso de evolución de una industria específica planteada por la economía neoschumpeteriana, existe una amplia área donde pueden ser apli-

cados. Como se señaló anteriormente, Fontana *et al.* (2008) construyeron un HFM para la bifurcación tecnológica entre el Reino Unido y Estados Unidos en el siglo XIX. Malerba *et al.* (2008) exploraron los determinantes de los límites de las firmas mediante un HFM en dos industrias relacionadas en forma vertical: la industria de las computadoras y la industria de los semiconductores.

Generalidad versus especificidad histórica

Algunos economistas evolucionistas critican los HFM por ser demasiado específicos. Si bien es posible que los HFM se extiendan a nivel nacional o incluso global, por naturaleza, se remiten a un período histórico específico y no a fenómenos generales. Estamos totalmente de acuerdo con eso; las teorías generales son más poderosas que las teorías limitadas histórica o geográficamente. Incluso, la especificidad histórica o geográfica es importante en especial en las ciencias sociales como se destaca en la siguiente cita: “Las cosas son similares: esto hace que la ciencia sea posible. Las cosas son diferentes: esto hace que la ciencia sea necesaria” (Levins y Lewontin, 1985). La limitación de la teoría general puede ser la razón por la cual la economía neoclásica se apartó sigilosamente de la teoría más generalizada (teoría del equilibrio general) hacia la teoría “ejemplificadora” (teoría de los juegos) (Hodgson, 2001).⁸

De hecho, la especificidad histórica es una de las características más importantes de todas las ciencias sobre la evolución. En la teoría de la evolución biológica, existen algunos principios universales aplicables a cualquier fenómeno, tales como “En promedio, el producto que varía con mayor vigor en las direcciones favorecidas por el medio ambiente sobrevivirá y se propagará. Por lo tanto, la variación favorable se acumulará en poblaciones por selección natural” (Gould, 1977). Sin embargo, a su vez, se observa mayor especificidad en los animales, vertebrados, mamíferos, antropoides o humanos y los biólogos no solo prestan atención a las especificidades, sino que también obtienen principios de alto nivel a partir de las observaciones de bajo nivel. En el mundo físico, la cosmología y la geología son disciplinas que varían desde los principios generales de la

⁸ Para conocer las limitaciones de una teoría general y la extensa historia de debates sobre la especificidad en la economía, ver Hodgson (2001).

evolución del mundo material hasta las explicaciones de los fenómenos específicos de la historia o la geografía.

De igual manera, la especificidad histórica es la esencia de la economía evolucionista, razón por la cual Hodgson (2001) adoptó un enfoque evolucionista como una metodología de la economía sensible históricamente. El problema de la especificidad histórica es la causa por la que los economistas evolucionistas requieren dos pilares para la economía evolucionista: la heterogeneidad y la dependencia de la trayectoria; la heterogeneidad está formada por la historia de manera dependiente de la trayectoria.

Las instituciones, los regímenes tecnológicos y las condiciones del mercado varían en el tiempo y la ubicación geográfica. La economía neoclásica intenta explicar los fenómenos económicos heterogéneos en un marco sencillo, pero la economía evolucionista básicamente considera más en cuenta la especificidad geográfica e histórica. Por ejemplo, en lugar de la maximización, las rutinas, los hábitos, las instituciones, las costumbres o la cultura, que varían geográfica e históricamente, tienen un papel importante en la explicación del comportamiento de los agentes en la economía evolucionista. Las relaciones entre los bancos y las firmas en Japón son diferentes de las relaciones en Estados Unidos y el comportamiento de las empresas de DRAM en la década del 1990 era diferente al de la década de 2000. Se necesitan diferentes modelos para capturar las especificidades históricas y geográficas. La filosofía de los HFM parece fundamentarse en el principio de que la economía evolucionista debería adoptar una especificidad histórica.

Los modelos económicos evolucionistas deben estar muy guiados por la historia y la evidencia histórica debe escudriñar su validez. La arbitrariedad de los ABM surge también de la falta de evidencia histórica, así la arbitrariedad es mitigada en los HFM, en gran parte, porque las reglas de comportamiento pueden observarse en la historia y podemos probarlas o refutarlas. Más aún, las reglas de comportamiento en los HFM a veces constituyen factores importantes que afectan la evolución industrial con las teorías apreciativas. Sin dudas, cada dato de los HFM no puede basarse en la evidencia histórica. Existen muchas variables que no son observables en el mundo real o que necesitan simplificarse o eliminarse por la eficiencia del modelo. En estos casos, no podemos evitar utilizar los supuestos arbitrarios “no demasiado irreales”, pero incluso estos son susceptibles de refutación en futuras investigaciones. En resumen, podemos decir que la historia brinda dos criterios para evaluar los HFM:

la coherencia de los supuestos y la coherencia de los resultados de la simulación con evidencia histórica.

Nivel de abstracción y especificidad histórica

Una pregunta que surge aquí es el grado de detalle en la especificidad que deberían adoptar los HFM. Ningún modelo puede incorporar todos los datos de la realidad excepto la propia realidad; si existiera un modelo así, no sería en absoluto útil porque sería tan complejo como la realidad. Por lo tanto, es inevitable un determinado nivel de abstracción. Otra vez, debemos considerar la negociación entre la generalidad y la especificidad.

En el debate de esta negociación, Hodgson (2001) brindó un marco útil de diferentes niveles de abstracción en las ciencias sociales que iban desde los sistemas generales hasta las variedades históricas o geográficas del capitalismo. Para extender este marco, podemos suponer el nivel de una industria específica o el nivel de un sistema nacional de innovación específico. Existen mecanismos y factores que se observan solo en una industria específica en la década del ochenta, por lo general en varias industrias o en todas las industrias en el capitalismo moderno. Incluso algunos principios pueden aplicarse a todos los sistemas complejos, sean sociales o físicos. Por ejemplo, algunos principios solo se observan en la industria de las DRAM, pero algunos otros se ven en toda la industria de los semiconductores. Entonces, podemos esperar tener HFM de la industria de las DRAM como así también HFM más generales de la industria de los semiconductores, donde los últimos sacrificarían algunos datos de la industria de las DRAM.

La economía con base en la historia o sensible a la historia no es simplemente una economía de datos históricos, sino el diálogo entre un nivel más general y los niveles más específicos de abstracción. En los HFM, podemos aplicar y someter a prueba los principios generales en un contexto histórico y encontrar principios nuevos de niveles más abstractos mediante la comparación de muchos HFM.

El hecho de que todos los modelos requieran un determinado nivel de abstracción sugiere que los HFM no necesitan restringirse a una industria específica. Igual que en Fontana *et al.* (2008), los HFM pueden utilizarse como una herramienta metodológica común en diferentes niveles de abstracción para un análisis de la economía basada en la historia. Por eso, los HFM podrían definirse mejor con un enfoque de tres pasos y una

calibración fundada en la historia, en lugar de un modelo evolucionista de una industria específica.

Calibración a partir de los datos reales

Algunos críticos argumentan que todos los parámetros de los HFM deberían calibrarse a partir de los datos reales (Windrum *et al.*, 2007). De hecho, los datos reales pueden utilizarse de dos maneras en los HFM: 1) por calibración y 2) por comparación de los resultados de la simulación con la historia real. Brenner y Murmann (2003) utilizaron datos reales para calibrar el valor de los parámetros, como los números iniciales de las empresas, la demanda nacional, etcétera. También utilizaron algunos hechos observados para determinar también las estrategias de las firmas. Pero aún así, no pudieron calibrarse todos los parámetros con los datos reales porque los HFM, por lo general, incluyen parámetros que no son observables por naturaleza en el mundo real. Brenner y Murmann calibraron la mayoría de los parámetros clave con datos reales pero dejaron algunos parámetros calibrados de la misma manera que otros HFM y los llamaron parámetros periféricos. Todos podrán estar de acuerdo en que es mejor si se calibran tantos parámetros como sea posible a partir de los datos reales. Pero si damos demasiada importancia a este tipo de calibración, existe el riesgo de limitar excesivamente los usos de los HFM cuando los datos reales estén disponibles.

Comentarios finales

En este ensayo se trataron las características generales y los problemas metodológicos de los ABM. Los agentes de los ABM son diferentes del agente representativo en la economía neoclásica en el sentido de que poseen una racionalidad limitada, aprenden en forma continua e interactúan entre sí a través de redes directas no uniformes. Como resultado, los agentes poseen diferentes capacidades y reglas conductuales. Entonces, podemos decir que el alto grado de heterogeneidad es una característica importante de los ABM, comparado con los modelos neoclásicos. Mientras tanto, las macropropiedades no reducidas a características de nivel micro surgen a través de la retroalimentación micro-macro en un ABM. Como resultado, la mayoría de los ABM se encuentran en un estado

de desequilibrio continuo y su proceso de evolución es, por naturaleza, dependiente de la trayectoria. Los diseñadores de los ABM critican que los modelos neoclásicos carecen de justificaciones empíricas para los supuestos esenciales y que por lo tanto emplean la racionalidad limitada y las reglas conductuales. Sin embargo, no existe consenso sobre el grado de generalidad que deberían tener las reglas de comportamiento y existen demasiados parámetros para explorar el espacio de parámetros en su totalidad, lo que ha generado la crítica de que los supuestos y la calibración son arbitrarios.

Los HFM consisten en tres etapas: las teorías apreciativas de la historia de una industria específica, la simulación que replica la historia y la simulación que difiere de la historia. En los HFM, la construcción y la calibración del modelo se llevan a cabo con la guía de la historia. Se puede argumentar que los HFM resuelven el problema de la arbitrariedad en la medida en que los supuestos pueden justificarse y refutarse con la evidencia histórica. En este sentido, los HFM constituyen una versión elaborada de los ABM. Aunque algunos académicos critican que los HFM son demasiado específicos, la especificidad histórica es una parte esencial de la economía evolucionista al igual que otras teorías evolucionistas tales como la evolución biológica, la cosmología y la geología. Argumentamos que la economía evolucionista debería ser un diálogo continuo entre las teorías más generales y las más específicas.

Como herramientas formales y principales para el diseño de modelos, los ABM y los HFM ofrecerán una visión fructífera de la economía neoschumpeteriana y evolucionista. En especial, los HFM poseen un buen potencial para utilizarlos en la explicación de diversos procesos de evolución planteados por los economistas neoschumpeterianos. Los HFM pueden darse de dos maneras. Primero, la metodología debe elaborarse más. El uso de datos reales en la calibración, como proponen Brenner y Murmann (2003), fue un buen intento de tornarlos más útiles. Aunque la robustez en todos los valores de los parámetros no es un problema esencial debido a la estrategia de calibración sustentada en la historia, la robustez en las pruebas de simulación no puede subestimarse. Entonces, debemos desarrollar métodos generales para verificarlo y controlarlo. Como ya explicamos, los HFM pueden utilizarse como un laboratorio para someter a prueba la lógica de las diversas políticas en forma heurística, aunque aquellos que ofrecen en forma explícita la implicancia de las políticas son poco comunes. Es necesario un mayor debate sobre las implicancias de las políticas y las predicciones obtenidas por los HFM. En segundo lu-

gar, los HFM pueden utilizarse para temas más amplios que la evolución industrial de un sector específico. Presentamos los HFM utilizados en la investigación de la historia económica. Yoon (2009) realizó un intento de aplicar la metodología HFM para explicar la relación entre los sistemas de innovación nacional y el desempeño de las industrias en Corea y Taiwán. Esperamos que los HFM puedan explicar los fenómenos macroeconómicos como las crisis financieras porque la racionalidad limitada y la especificidad histórica parecen esenciales en ellos. La economía institucional también puede beneficiarse con los HFM ya que supone la racionalidad limitada y la especificidad histórica. El cambio institucional o la coevolución de la institución y la tecnología pueden ser un tema para simulaciones con los HFM.

Bibliografía

- Arifovici, J. (1994). "Genetic Algorithm Learning and Cobweb Model". *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol. 18, pp. 3-28.
- Arrow, K. (2000). *The Key Note*. Discurso pronunciado en la International Conference on Complex Systems organizada por el New England Complex Systems Institute. http://www.comdig.org/index.php?id_issue2000.21#658
- Barabási, A. L. y Réka, A. (1999). "Emergence of Scaling in Random Networks". *Science*, vol. 286, pp. 509-512.
- Birchenhall, C. (1995). "Modular Technical Change and Genetic Algorithm". *Computational Economics*, vol. 8, pp. 233-253.
- Boland, L. A. (1981). "On the Futility of Criticizing the Neoclassical Maximization Hypothesis". *American Economic Review*, vol. 71, pp. 1031-1036.
- Bottazi, G.; Dosi, G. y Rocchetti, G. (2001). "Modes of Knowledge Accumulation, Entry Regimes and Patterns of Industrial Evolution". *Industrial and Corporate Change*, vol. 10, n° 3, pp. 609-638.
- Brenner, T. y Murmann, J. P. (2003). "The Use of Simulations in Developing Robust Knowledge about Causal Processes: Methodological Considerations and an Application to Industrial Evolution". En Brenner, T. y Murmann, J. P., *Computing in Economics and Finance*. Seattle: Society for Computational Economics.

- Cooper, R. y John, A. (1998). “Coordinating Coordination Failures in Keynesian Models”. *Quarterly Journal of Economics*, vol. 103, pp. 441-463.
- Cowan, R. y Foray, D. (2002). “Evolutionary Economics and the Counterfactual Threat: on the Nature and Role of Counterfactual History as an Empirical Tool in Economics”. *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 12, n° 5, pp. 539-562.
- Cowan, R. y Jonard, N. (2003). “Network Structure and the Diffusion of Knowledge”. *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol. 28, pp. 1557-1575.
- David, P. A. (1985). “Clio and the Economics of QWERTY”. *The American Economic Review*, vol. 75, n° 2, pp. 332-337.
- (2000). “Path Dependence, its Critics and the Quest for ‘Historical Economics’”. Working Paper n° 11, Department of Economics, Stanford University.
- Diestel, R. (2006). *Graph Theory*. Heidelberg y Nueva York: Springer.
- Dosi, G.; Fagiolo, G. y Roventini, A. (2006). “An Evolutionary Model of Endogenous Business Cycles”. *Computational Economics*, vol. 27, pp. 3-34.
- Fagiolo, G. y Dosi, G. (2003). “Exploitation, Exploration and Innovation in a Model of Endogenous Growth with Locally Interacting Agents”. *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 14, pp. 237-273.
- Fagiolo, G.; Dosi, G. y Gabriele, R. (2004). “Matching, Bargaining, and Wage Setting in an MM Evolutionary Labor Market and Output Dynamics”. *Advances in Complex System*, vol. 7, n° 2, pp. 157-186.
- Fontana, R.; Guerzoni, M. y Nuvolari, A. (2008). “Habakkuk Revisited: A History Friendly Model of American and British Technology in the Nineteenth Century”. *Jena Economic Research Paper*, n° 64.
- Frenken, K. (2006). “Technological Innovation and Complexity Theory”. *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 15, n° 2, pp. 137-155.
- Friedman, M. (1953). “The Methodology of Positive Economics”. En Friedman, M. (comp.), *Essays in Positive Economics*, pp. 3-43. Chicago: University of Chicago Press.
- Gould, S. J. (1977). *Ever since Darwin: Reflections in Natural History*. Nueva York: Norton.

- Hanusch, H. y Pyka, A. (2005). "Principles of Neo-Schumpeterian Economics". Working Paper n° 278, Institute for Economics, Augsburg University.
- Hayek, F. A. (1967). *Studies in Philosophy, Politics and Economics*. Londres: Routledge and Kegan Paul.
- Hodgson, G. M. (2001). *How Economics Forgot History: The Problem of Historical Specificity in Social Science*. Nueva York: Routledge.
- Holland, J. H. (1975). *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Kagel, J. H. y Roth, A. E. (comps.) (1995). *The Handbook of Experimental Economics, vol. 1*. Princeton: Princeton University Press.
- Kauffman, S. A. (1993). *The Origins of Order. Self-Organization and Selection in Evolution*. Oxford: Oxford University Press.
- Kim, C. W. y Lee, K. (2003). "Innovation, Technological Regimes and Organizational Selection in Evolution of Industry: A 'History Friendly Model' of the DRAM Industry". *Industrial and Corporate Change*, vol. 12, n° 5, pp. 1195-1221.
- Kirman, A. P. (1992). "Whom or What does the Representative Individual Represent?". *Journal of Economic Perspective*, vol. 6, n° 2, pp 117-136.
- Klepper, S. (1996). "Entry, Exit, Growth and Innovation over the Product Life Cycle". *American Economic Review*, vol. 86, n° 3, pp. 562-583.
- Krugman, P. (1996). "What Economists Can Learn from Evolutionary Theorists". Charla dada en la European Association for Evolutionary Political Economy. <http://web.mit.edu/krugman/www/evolute.html>
- Lakatos, I. (1970). "Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes". En Lakatos, I. y Musgrave, A. (comps.), *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lane, D. (1993a). "Artificial World and Economics: Part I". *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 3, n° 2, pp. 89-107.
- (1993b). "Artificial World and Economics: Part II". *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 3, n° 3, pp. 177-197.

- Levins, R. y Lewontin, R. C. (1985). *The Dialectical Biologist*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Malerba, F. y Orsenigo, L. (2002). "Innovation and Market Structure in the Dynamics of the Pharmaceutical Industry and Biotechnology: toward a History-friendly Model". *Industrial and Corporate Change*, vol. 12, n° 4, pp. 667-703.
- Malerba, F.; Nelson, R.; Orsenigo, L. y Winter, S. (1999). "'History-friendly' Models of Industry Evolution: the Computer Industry". *Industrial and Corporate Change*, vol. 8, pp. 3-40.
- (2001). "Competition and Industrial Policies in a 'History-friendly' Model of the Evolution of the Computer Industry". *International Journal of Industrial Organization*, vol. 19, pp. 635-664.
- (2008). "Vertical Integration and Disintegration of Computer Firms: A 'History-friendly' Model of the Co-evolution of the Computer and Semiconductor Industries". *Industrial and Corporate Change*, vol. 17, n° 2, pp. 197-231.
- Mathew, J. A. (2005). "Strategy and Crystal Cycle". *California Management Review*, vol. 47, n° 2, pp. 6-32.
- Nelson, R. y Winter, S. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Orsenigo, L. (2007). "History-Friendly Models of Industrial Evolution". En Hanusch, H. y Pyka, A. (comps.), *Elgar Companion to Neo-Schumpeterian Economics*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Plott, C. R. y Smith, V. L. (comps.) (1998). *Handbook of Experimental Economics Results*. Ámsterdam: North Holland.
- Pyka, A. y Fagiolo, G. (2005). "Agent-Based Modeling: A Methodology for Neo-Schumpeterian Economics" Working Paper n° 272, Institute for Economics, Augsburg University.
- Richter, M. K. y Wong, K. C. (1999). "Non-Computability of Competitive Equilibrium". *Economic Theory*, vol. 14, pp. 1-27.
- Saviotti, P. y Pyka, A. (2004). "Economic Development by the Creation of New Sectors". *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 14, n° 1, pp. 1-35.
- Schumpeter, J. A. (1934). *The Theory of Economic Development*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

- Simon, H. (1957). *Models of Man: Social and Rational. Mathematical Essays on Rational Human Behavior in a Social Setting*. Nueva York: Wiley.
- Testfatsion, L. (2000). "Structure, Behavior, and Market Power in an Evolutionary Labor Market with Adaptive Search". *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol. 25, pp. 419-457.
- Watts, D. J. y Strogatz, S. H. (1998). "Collective Dynamics of 'Small World' Networks". *Nature*, vol. 393, pp. 440-442.
- Windrum, P. y Birchenhall, C. (1998). "Is Product Life Cycle Theory a Special Case? MM Dominant Designs and the Emergence of Market Niches through Coevolutionary-Learning". *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 9, pp. 109-134.
- Windrum, P.; Fagiolo, G. y Moneta, A. (2007). "Empirical Validation of Agent-Based Models: Alternatives and Prospects". *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, vol. 2, n° 10, pp. 8-37.
- Winter, S. (1964). "Economic 'Natural Selection' and the Theory of the Firm". *Yale Economic Essays*, vol. 4, n° 1, pp. 225-272.
- Winter, S.; Kaniovsky, Y. M. y Dosi, G. (2000). "Modeling Industrial Dynamics with Innovative Entrants". *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 11, pp. 255-293.
- Yoon, M. (2007). "Consumer Networks and the Film Market" (inédita).
- (2009). "A History-Friendly Model on the Relationship between NISs and Performances in Frontier Industries of Korea and Taiwan". 2009 Convention of the Korean Association of Technology Economics and Management.
- Yoon, M. y Malerba, F. (2009). "Vertical Interrelatedness, Knowledge Generality and Economies of Scale in the Evolution of Firm Boundaries: A 'History-friendly' Model of Fabless Ecosystem". Asialics 2009.

Capítulo 18

De las necesidades a los mundos imaginarios: cambio estructural, calidad y desarrollo económico. Un modelo evolucionista del desarrollo económico*

Pier Paolo Saviotti y Andreas Pyka

Introducción

El objetivo principal de este capítulo es comparar los roles de la variedad y la calidad de la oferta productiva en el desarrollo económico. En particular, se propone explicar por qué la calidad de los productos comenzó a aumentar solo después de un tiempo considerable del inicio de la revolución industrial y precedido por un desarrollo económico impulsado casi exclusivamente por la diferenciación sectorial. Así, separamos el período transcurrido desde la revolución industrial en dos subperíodos que denominamos *necesidades* y *mundos imaginarios*. En el primer período la mayoría de la población podía cubrir solo las necesidades inmediatas, mientras que en el segundo un porcentaje creciente de la población de países industrializados comenzaron a ser capaces de pagar los bienes y servicios que no son de primera necesidad, lo que algunos autores han llamado bienes de orden superior (Menger, 1950). Este capítulo utiliza el concepto de trayectoria y se centra en tres trayectorias: la de incremento de la eficiencia productiva, la del aumento de la variedad y la del aumento

* Agradecemos los comentarios de Giovanni Dosi, Giorgio Fagiolo, Andrea Roventini, Tommaso Ciarli, Marco Valente, Mauro Napoletano, Stan Metcalfe, Adam Szirmai, Jorge Niosi, Fabrizio Patriarca y dos referis anónimos. Por supuesto, la responsabilidad de eventuales errores es exclusivamente nuestra.

de la calidad, que incluye también la diferenciación de productos. Entre diferentes variables posibles, hemos seleccionado a los salarios, la tasa de crecimiento de la población y la educación como aquellas que esperamos tengan un mayor impacto sobre la variedad y calidad del producto.

En el capítulo se utiliza un modelo de desarrollo económico vía creación de nuevos sectores denominado TEVECON. Si bien este modelo se describe luego con mayor detalle, es importante anticipar algunas características. La innovación y el cambio estructural juegan un rol clave en el modelo. Más aún, TEVECON es un intento de ser un modelo de desarrollo económico de largo plazo, que aquí es aplicado a un período que puede centrarse potencialmente en los inicios de la revolución industrial. TEVECON es un modelo sistémico en el que las interacciones entre sus componentes son claves. Por ejemplo, las actividades de búsqueda y la demanda coevolucionan. Una característica distintiva de este enfoque es que tiene en cuenta factores tanto de oferta como de demanda para estudiar la coevolución entre la demanda y la innovación.

Antecedentes conceptuales

Cambio estructural

El hecho empírico del que parte nuestro estudio consiste en la creación de un gran número de nuevos sectores creados desde la revolución industrial. Algunos ejemplos pueden ser automotores, aeronáutica, computadoras, radios, televisión, heladeras, plásticos, etcétera. La emergencia de estos y otros sectores necesita ser explicada. Ninguna teoría o modelo de desarrollo económico puede escapar a la siguiente pregunta: ¿cómo y por qué emergieron estos sectores? Dado que la composición del sistema económico cambió y que ese cambio es un claro ejemplo de cambio estructural, la pregunta central que surge es qué rol juega el cambio estructural en el desarrollo económico y, si lo hace, cómo es. Más aún, dado que el cambio estructural y el crecimiento están relacionados pero no son idénticos, la pregunta asociada es si el cambio estructural contribuye al crecimiento. El cambio estructural es un fenómeno más amplio que tiene muchas definiciones posibles (Silva y Teixeira, 2008). En principio, la estructura de un sistema se constituye por sus componentes y sus interacciones. Los componentes pueden definirse a en diferentes niveles de agregación, desde los individuos hasta las organizaciones y

sectores industriales. La literatura previa sobre cambio estructural lo ha estudiado como el cambio en el peso de los sectores definidos a niveles de agregación que iban desde sector primario, industria y servicios hasta los diferentes subsectores de cada uno de ellos (ver, por ejemplo, Baumol, 1967; Chenery, 1960; Kuznets, 1967; Cornwall, 1977; Salter, 1966; Fabricant, 1940, Pasinetti, 1981, 1993; Fagerberg, 2000; Verspagen 1993; Metcalfe y Foster, Ramlogan, 2005). El tipo de cambio estructural en el que estamos interesados ocurre a un nivel de agregación menor que la representación tripartita basada en agricultura, industria y servicios. En particular, nos interesan los mecanismos que impulsan la creación y evolución de los sectores y las interacciones intersectoriales que dan lugar a la emergencia de nuevos sectores. Por lo tanto, nos centramos tanto en la emergencia de nuevos sectores como en los cambios en las participaciones –en términos de producto y empleo– que ocurren luego en su evolución. Los sectores en nuestro modelo no dan una representación específica de las características de los sectores del sistema económico real pero incluyen elementos de las dinámicas sectoriales que pueden considerarse comunes a la mayoría de ellos. La definición que usamos de sectores es compatible con aquellos pertenecientes a la industria o a los servicios. El único sector diferente de todos los demás es el primero, asociado a la producción de bienes de primera necesidad.

La pregunta que surge es si el cambio estructural es un determinante o una consecuencia del crecimiento. Nuestro punto de partida es que el desarrollo económico ha sido muy desigual. Las tasas de crecimiento observadas difieren fuertemente entre los distintos sectores en un momento del tiempo dado y para el mismo sector a lo largo del tiempo. El tiempo de emergencia de nuevos sectores difiere también entre países o sistemas económicos, según el nivel de desarrollo económico. Para comenzar comparamos los conceptos de crecimiento proporcional y no proporcional (ver Pasinetti, 1981; Chenery, 1960). El crecimiento proporcional tiene lugar cuando todos los sectores muestran la misma tasa de crecimiento de la productividad y de la demanda y cuando, además, la tasa de crecimiento de la productividad iguala a la de la demanda dentro de cada sector. En este caso, la composición del sistema económico, representada por la participación en el empleo y el producto de los diferentes sectores, se mantiene constante a lo largo del tiempo. En otras palabras: si hay crecimiento proporcional, no hay cambio estructural.

Este capítulo se inscribe en el marco de la economía evolucionista. En ese sentido, el modelo TEVECON tiene ciertas similitudes con los modelos

evolucionistas recientes como el de Dosi *et al.* (2010) o Ciarli *et al.* (2010, 2012). Compartimos algunos supuestos básicos con esos modelos, como la ausencia de optimización o equilibrio general, si bien hay diferencias en algunos aspectos. Por ejemplo, son fuertes especificidades del TEVECON el hecho de que el modelo esté focalizado en el cambio endógeno en la composición del sistema económico y, en particular, la tendencia hacia la creciente diferenciación o en el equilibrio entre el aumento de la variedad y el incremento de la diferenciación y calidad sectorial.

Al comparar con el resto de la literatura, TEVECON es un modelo de crecimiento endógeno en el sentido de que uno de los principales factores que conducen al crecimiento son las actividades de búsqueda o I+D (Nelson y Winter, 1982), que utilizan recursos creados en el proceso de desarrollo económico, y en el sentido antes mencionado de que la composición del sistema económico cambia endógenamente. También comparte con algunos modelos de crecimiento endógeno la inspiración neoschumpeteriana sobre el papel de los empresarios y de la competencia. Sin embargo, con respecto a modelos de crecimiento endógeno TEVECON difiere en que: a) combina variedad y calidad y diferenciación sectorial –mientras que Romer (1990) o Aghion y Howitt (1992) utilizan solo uno de ellos y Grossman y Helpman (1991) ponen gran énfasis en la calidad del producto, pero no la combinan con la creación de nuevos sectores– y, más importante aún, b) mientras que la mayoría de los modelos de crecimiento endógeno están basados exclusivamente en la oferta, TEVECON se centra en la coevolución entre la innovación y la demanda.

Este modelo también tiene algunas similitudes con la denominada teoría del crecimiento unificada (Galor, Weil, 2000; Galor, 2005), como el énfasis puesto en el largo plazo, aunque esta teoría se centra en un horizonte temporal mucho mayor que el de nuestro caso, ya que se extiende desde el principio mismo de la historia de la humanidad. Como fue señalado, nuestro horizonte temporal abarca el período que va desde la revolución industrial hasta el presente, lo que podría ser el tercer período de la teoría del crecimiento unificada. Sin embargo, pensamos que el cambio estructural generado endógenamente en TEVECON es un mecanismo que o bien no existía o jugaba un rol insignificante antes de la revolución industrial. Por ello, no es posible extender TEVECON más atrás en el tiempo sin introducir mecanismos adicionales.

El énfasis puesto en el cambio estructural se basa no solo en la economía evolucionista sino también en numerosas contribuciones de diferentes tradiciones teóricas que incluyen desde estructuralistas como

Chenery (1960) o Kuznets (1957), hasta la escuela de economía de Cambridge (Pasinetti, 1981, 1993) y los trabajos de Baumol (1967), Acemoglu (1997) y Zilibotti (1997). Más aún, como se verá luego, no solo ponemos el foco en el cambio estructural sino también en la dirección que toma. Nuestro modelo predice que, en un amplio rango de circunstancias, el desarrollo económico da lugar al incremento en la diferenciación del sistema económico o, en otras palabras, al aumento de la variedad. Cuando comenzamos a desarrollar el modelo, este punto de vista no era aceptado de manera uniforme, pero un creciente número de artículos recientes ofrecen cada vez más evidencias del aumento de la diferenciación del sistema económico (Acemoglu y Zilibotti, 1997; Funke y Ruhwedel, 2012a, 2001b; Imbs y Warcziag, 2003; Parteka y Tamperi, 2008; De Benedictis *et al.* 2009; Frenken *et al.*, 2007; Saviotti, Frenken, 2008; Saviotti, Nesta y Javaid, 2010).

Concluimos esta sección destacando que la combinación de las tradiciones que citamos y utilizamos deriva de nuestra convicción de que la teoría económica no necesita estar permanentemente fragmentada y dividida. La inclusión de fuentes distintas y usualmente difíciles de combinar puede dar lugar a modelos más amplios y sintéticos capaces de explicar situaciones más complejas de lo que cada uno podía explicar en el pasado.

Trayectorias y patrones de desarrollo económico

Los modelos de desarrollo económico tienen que poder explicar los patrones de largo plazo de crecimiento y desarrollo. Aquí el largo plazo es entendido como un período que se extiende de la revolución industrial al presente. Focalizarse en ese período requiere entender los hechos que ocurrieron en él. En primer lugar, la emergencia de la industria manufacturera. En segundo lugar, dentro de la industria hubo una diferenciación progresiva, comenzando por sectores como textiles, energía (máquina a vapor), ferrocarriles, acero y siguiendo con productos químicos, electricidad, automóviles, aviones, etcétera. Durante este proceso la industria manufacturera se volvió crecientemente diferenciada, con nuevos sectores que coexistieron con los antiguos. En tercer lugar, la participación en el empleo de los servicios superó a la de la industria.

Cualquier modelo de desarrollo económico que es capaz, en principio, de interpretar los fenómenos ocurridos desde la revolución industrial,

necesita explicar por qué ocurre el cambio estructural. El elemento clave que impulsa el crecimiento y el desarrollo es la innovación. La emergencia de innovaciones depende de las actividades de investigación, que generan el conocimiento necesario para crear y modificar innovaciones. Las innovaciones afectan el desarrollo económico debido a que los emprendedores crean nuevas firmas para explotar los resultados de las actividades de investigación y a que los consumidores y usuarios compran los productos y servicios incorporados en esas innovaciones. En este proceso el sistema económico se vuelve cada vez más diferenciado. La suma de nuevos sectores al sistema económico no solo contribuye al cambio estructural sino al cambio estructural en dirección a la creciente diferenciación.

Este proceso puede ser descrito en términos de tres trayectorias y de dos períodos. El concepto de trayectoria es uno de los más importantes en la economía evolucionista (Nelson y Winter, 1977; Dosi, 1982). Sin embargo, generalmente es usado para indicar trayectorias que ocurren dentro de regímenes o paradigmas tecnológicos en particular. Las trayectorias a las que aquí nos referimos son más extensas en términos temporales y ocurren a un mayor nivel de agregación. Típicamente, estas trayectorias pueden ocurrir a nivel de las economías nacionales pero son comunes a todos los sistemas económicos, aunque la velocidad a la que los países atraviesan por ellas puede variar significativamente. No son específicas a una tecnología en particular, aunque es probable que emerjan nuevas tecnologías, dado que permiten un movimiento más rápido en esas trayectorias.

Trayectoria 1. La eficiencia de los procesos productivos aumenta durante el curso del desarrollo económico. La eficiencia aquí debe ser entendida como el ratio de los insumos utilizados para producir, cuando el producto permanece *constante*.

Trayectoria 2. La variedad del sistema económico aumenta a lo largo del tiempo. Dicha variedad es medida como el número de sectores que pueden ser diferenciados, donde un sector se define como un conjunto de firmas que producen productos comunes aunque altamente diferenciados.

Trayectoria 3. La calidad y diferenciación dentro de los sectores existentes aumenta a lo largo del tiempo luego de su creación. Esto significa que

durante el período de observación, el tipo de cambio en los productos que se observará es el resultado de una combinación entre una creciente eficiencia productiva y de cambios cualitativos.

En adelante se usará el término “variedad” como sinónimo de diversidad, si bien no son idénticos. Tal variedad puede existir tanto a nivel inter como intrasectorial. Así, dos sectores producirán tipos de productos completamente diferentes mientras que un sector producirá productos diversificados. En la literatura, estos dos tipos son frecuentemente descritos como diferenciación vertical y horizontal, respectivamente. Estas trayectorias de largo plazo no emergen separadamente sino que existen debido a un patrón complejo de interacciones dentro del sistema económico. Podemos recalcar aquí que la literatura sobre diferenciación mencionada anteriormente ofrece evidencia creciente sobre la existencia de la trayectoria 2.

La trayectoria sobre el aumento de la eficiencia productiva es la más vieja y se desarrolló fuertemente incluso antes de la revolución industrial. Por ejemplo, la eficiencia en la producción de alimentos aumentó con la transición de los recolectores y cazadores a la agricultura (Diamond, 1997). Sin embargo, cualquiera de esos incrementos en la eficiencia productiva fue muy lento y no necesariamente acumulativo. La eficiencia productiva comenzó a aumentar en forma acumulativa solo después del comienzo de la revolución industrial (Maddison, 1991). Ejemplos recientes de esta trayectoria pueden encontrarse en la disminución del número de trabajadores necesarios para producir una unidad de producto en los sectores de metal, químicos o automóviles, si bien se trata de un fenómeno más general. Así, la creciente eficiencia productiva es ciertamente uno de los factores que ha contribuido al crecimiento económico desde la revolución industrial. Sin embargo, los patrones de desarrollo económico observados no se han producido únicamente como consecuencia del aumento de la eficiencia productiva. Si este fuera el caso, en la actualidad se seguirían produciendo autos modelo Ford T con mucha menos cantidad de insumos necesarios. Como cualquier observador puede darse cuenta, los autos de hoy en día no solo son producidos de manera más eficiente que a principios del siglo XX, sino que también son de una calidad muy superior. Por lo tanto, el aumento de la eficiencia productiva y de la calidad se combinó en los patrones de desarrollo económico que podemos observar hoy en día.

Durante la revolución industrial, la diferenciación de producto (trayectoria 2) fue muy limitada. Al principio afectó principalmente a los bienes

de capital (nuevo equipamiento textil y de ingeniería, equipamiento para ferrocarriles, etcétera) y solo un tiempo considerablemente después a los bienes de consumo. El aumento de la diferenciación interna y la calidad de los bienes durables y de consumo comenzó durante el siglo XIX y, en particular, a principios del siglo XX. El aumento de la variedad pudo observarse a nivel intersectorial. Un ejemplo de ello es el gran número de sectores completamente nuevos que emergieron durante el siglo XX, como automóviles, aviones, televisión, computadoras, telecomunicaciones, etcétera. Todos ellos no solo fueron nuevos sectores sino que también mostraron un alto grado de diferenciación interna.

Las tres trayectorias no son independientes. Ninguna de ellas puede ocurrir sin las otras dos. Así, un aumento continuo en la eficiencia productiva, si no es acompañado por la emergencia de nuevos sectores y de la diferenciación interna, puede llevar al sistema económico a un cuello de botella en el que todo el producto demandado puede ser producido por una proporción declinante de la fuerza de trabajo. Este cuello de botella, determinado por el desbalance entre un aumento continuo de la eficiencia productiva y la saturación de la demanda, puede ser superado por la emergencia de nuevos sectores (Pasinetti, 1981). Si bien la hipótesis de la saturación de la demanda limitó la posible generalización del enfoque de Pasinetti, hemos demostrado que tanto la aparición de nuevos sectores como sus aumentos de la calidad y la diferenciación interna dieron un alcance adicional para un mayor crecimiento y permitieron su continuación en el largo plazo. En este contexto, la saturación total de la demanda es poco probable que ocurra dentro de cualquier sector, siempre y cuando se sigan creando nuevos sectores (Saviotti y Pyka, 2009). Además, tanto la emergencia de nuevos sectores como su creciente calidad y diferenciación interna pueden compensar la disminución de la capacidad de los sectores existentes y maduración para crear empleo.

En trabajos previos hemos descrito el período desde la revolución industrial hasta la actualidad como la transición de las necesidades a los mundos imaginarios. Esta descripción enfatiza que, hasta el final del siglo XIX, la mayoría de las personas, incluso en países relativamente ricos, no podían comprar más que lo necesario para satisfacer sus necesidades básicas. Durante todo el siglo XIX, la clase trabajadora inglesa gastó alrededor del 90% de su ingreso en alimentos, vestimenta y vivienda. Solo durante el siglo XX, y en particular después de 1930, la proporción del ingreso gastada en esas tres categorías comenzó a descender (Hobsbawm, 1968, diagramas 45 y 46). En los años cincuenta, la proporción

bajó al 60% aproximadamente y el 40% restante se gastó en otros bienes y servicios, presumiblemente de orden superior. La compresión de los gastos combinados en las necesidades, generado por el efecto combinado de la trayectoria 1 y por el empleo en la producción de bienes menos necesarios, creó el ingreso disponible necesario para comprar los bienes y servicios nuevos que se fueron creando poco a poco. Desde comienzos del siglo XX, han surgido nuevos bienes y servicios (trayectoria 2) y su calidad y diferenciación han aumentado constantemente (trayectoria 3). Esta combinación de trayectorias contribuyó a crear un mecanismo que permite a sistema económico capitalista crear cada vez más riqueza para la mayoría de la población de los países industrializados.

TEVECON: un modelo de desarrollo económico a partir de la creación de nuevos sectores

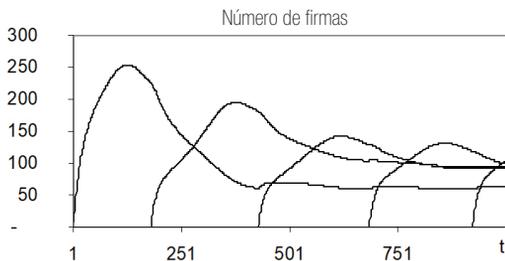
Nuestro modelo de *desarrollo económico vía la creación de nuevos sectores* (TEVECON) ha sido desarrollado durante la última década y tuvo numerosas modificaciones y extensiones (ver Saviotti y Pyka, 2004a, 2004b, 2004c, 2008a, 2008b, 2009, 2010). Una descripción formal detallada del modelo escapa al alcance de este capítulo. Por lo tanto, remitimos al apéndice que contiene las ecuaciones más importantes y la lista de variables. Aquí nos restringimos a una descripción narrativa de los mecanismos básicos. Esta versión de TEVECON es concebida para combinar las tres trayectorias descritas anteriormente: cada sector se crea a través de una innovación importante que genera posibilidades de lograr aumentos de la eficiencia descritos por la *trayectoria 1*. La secuencia de la aparición de nuevos sectores corresponde a la *trayectoria 2*. Las mejoras de calidad dentro de cada sector, así como la diferenciación interna, dan lugar a la *trayectoria 3*.

El nivel sectorial: la oferta

El modelo está centrado en la evolución de una industria, desde su emergencia hasta su madurez: la vida de una nueva industria comienza cuando una innovación crea un mercado potencial y da lugar a lo que denominamos brecha de ajuste. Cuando se crea un mercado potencial, este se encuentra vacío: no hay ni capacidad productiva ni demanda, que se construyen gradualmente durante el ciclo de vida del nuevo sector.

A medida que el sector madura, la brecha de ajuste se va cerrando: se crea la capacidad productiva que termina coincidiendo con la demanda. Cuando esto sucede, el sector entra en su fase de saturación. La capacidad productiva es generada por empresarios schumpeterianos (Schumpeter, 1912) que crean nuevas firmas inducidos por la búsqueda de un monopolio temporario y los beneficios extraordinarios asociados. El éxito de la innovación genera un conjunto de imitadores que dan forma a las trayectorias 1 y 3. El número de firmas del nuevo sector crece gradualmente, pero también aumenta la intensidad de la competencia y, por lo tanto, se van reduciendo gradualmente los estímulos para ingresar. Luego de que la intensidad de la competencia alcanza niveles comparables a la de los sectores existentes, el sector nuevo no continúa innovando sino que pasa a formar parte del flujo circular. Cuando un sector madura, se generan incentivos en los empresarios schumpeterianos para ingresar a un nuevo nicho, que con el tiempo puede dar lugar a la aparición de un nuevo sector. De esta manera, el modelo genera una secuencia de ciclos de vida de industrias potencialmente coexistentes; es decir, un incremento en la variedad (*trayectoria 2*). Con el fin de ilustrar cualitativamente los avances generados por nuestro modelo, la figura 1 muestra la evolución del número de firmas en un determinado sector. Dentro de un amplio conjunto de condiciones, inicialmente crece el número de empresas en cada sector, alcanza un máximo y luego cae a un valor bastante bajo. En estas condiciones, cada sector parece seguir un ciclo de vida de la industria (por ejemplo, Klepper, 1996). En nuestro caso, el comportamiento cíclico es causado por la combinación de las dinámicas de la innovación, la competencia y la demanda.

Figura 1. Número de firmas en diferentes industrias



Fuente: elaboración propia.

Las actividades de investigación, análogas a la I+D, juegan un rol clave en este proceso. Estas se definen como todas aquellas actividades que pueden servir de base para el surgimiento de nuevas rutinas. Son, por lo tanto, la fuente de innovaciones y dependen de la demanda sectorial acumulada observada por las empresas de un sector, que constituye un indicador de las oportunidades de mercado. Las actividades de investigación sectoriales tienen un impacto positivo sobre la diferenciación y calidad de los productos y también sobre la productividad del trabajo.

Los salarios evolucionan con la productividad del trabajo y tienden a incrementarse con la maduración. Las mejoras en la productividad están positivamente afectadas por la creación de capital humano específico que depende de la participación relativa de la inversión en educación, capital físico y actividades de investigación en el sector. Los salarios son, además, un componente importante del costo que determina los precios de los productos en el proceso de fijación de precios tipo *mark-up*. La evolución de los precios afecta, por supuesto, la demanda sectorial.

El nivel sectorial: la demanda

Los modelos de crecimiento están en su mayoría basados en la oferta. Sin embargo, la innovación no puede tener ningún impacto sobre el desarrollo económico si los nuevos productos no son comprados. Para ello se requieren dos condiciones: i) los consumidores deben tener un ingreso disponible que les permita comprar los nuevos bienes y servicios y ii) los consumidores tienen que tener o desarrollar preferencias que valoren positivamente a la innovación.

La coevolución entre innovación y demanda puede entenderse teniendo en cuenta que la diferenciación de producto, las mejoras en la calidad y los precios están afectados por las actividades de investigación, y estas dependen a su vez de la demanda acumulada. Así, la demanda afecta la innovación a través de las actividades de investigación y la innovación afecta la demanda por medio del precio de los productos, su calidad y diferenciación. Esta coevolución se analiza en detalle en Saviotti y Pyka (2012).

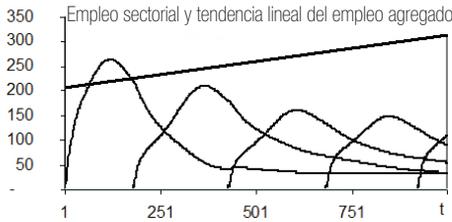
En TEVECON la distribución de la demanda de los distintos sectores no se basa en la maximización de la utilidad de los consumidores sino en la combinación de las preferencias y el ingreso disponible, seguido de la calidad de los productos, la diferenciación y su precio. El ingreso disponible se crea para cada sector en base a la creciente eficiencia productiva de los

sectores existentes y a los efectos ingresos de la inversión en nuevos sectores. Por lo tanto, la demanda asignada a los nuevos sectores se basa en parte en la necesidad de mantener viejos sectores. Esto requiere la coexistencia de industrias surgidas en diferentes períodos.

El nivel macroeconómico

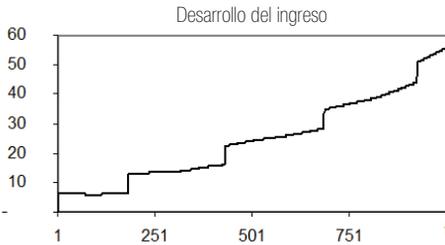
La variedad del sistema económico tiene un rol esencial en nuestro modelo. La variedad económica es estimada por el número de sectores existentes simultáneamente (*trayectoria 2*). La creación de nuevos sectores es el mecanismo por el cual el desarrollo económico puede continuar en el largo plazo. Así, el sistema económico puede escapar de la trampa generada por el desbalance entre el aumento de la productividad y la saturación de la demanda, que constituye un cuello de botella en un sistema cuya composición no cambia. En TEVECON, la dimensión macroeconómica está dada por la coexistencia de distintas industrias en diferentes etapas del ciclo de vida. Para observar la evolución macroeconómica agregamos los datos sectoriales, por ejemplo de empleo e ingreso. Esto permite identificar las tendencias macroeconómicas que derivan de las evoluciones sectoriales que pueden moverse en direcciones opuestas. Un ejemplo lo constituye la situación macroeconómica del empleo: en Saviotti y Pyka (2004b) mostramos que, en circunstancias particulares, nuestro sistema económico artificial puede continuar generando empleo incluso cuando este se reduce en ciertos sectores. La figura 2 muestra que la evolución del empleo en sectores individuales primero crece fuertemente, pero luego se reduce también considerablemente—debido a la racionalización y a las economías de escala— y, sin embargo, la tendencia del empleo agregado a nivel macro puede ser positiva. La figura 3 muestra la evolución del ingreso total en nuestro sistema económico, calculado a partir de los datos de producción y precio a nivel sectorial. Las figuras 2 y 3 ilustran la ventaja de nuestro enfoque de modelar numéricamente la evolución de una industria: agregando los datos de firmas y sectores no solo pueden observarse las evoluciones de cada sector sino también de la macroeconomía. El sendero de crecimiento macroeconómico depende no solo de las dinámicas del empleo de los sectores individuales sino también del tiempo que transcurre entre la aparición de dos sectores cualesquiera, a lo que llamamos retardo intersectorial. Cuanto mayor es el retardo intersectorial, más lenta es la tasa de crecimiento macroeconómico (Saviotti y Pyka, 2008b).

Figura 2. Empleo sectorial y agregado



Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Ingreso macroeconómico



Fuente: elaboración propia.

De las necesidades a los mundos imaginarios y de la baja a la elevada calidad

Para estudiar la transición entre las necesidades y los mundos imaginarios consideramos que el sector 1 produce bienes que satisfacen necesidades básicas como alimentos. Partimos de la idea de que se requiere una cantidad mínima de alimentos para la supervivencia. Es de esperar que la población de nuestro sistema económico aumente o disminuya en función de si la producción de alimentos es mayor o menor que la cantidad de supervivencia (ecuación 1).

$$Pop^t = Pop^0 * \left[1 - \frac{k_{pop}}{ED^0} * \frac{Q_{FoMin} - Food}{Q_{FoMin}} \right] \quad (1)$$

donde:

Pop^t = población al momento t ,

Q_{FoMin} = cantidad de alimentos mínima requerida para sobrevivir,

$Food$ = producción de alimentos al momento t ,

K_{pop} = parámetro que determina el efecto de la producción de alimentos sobre la tasa de crecimiento de la población

ED^0 = inversión en educación al momento 0.

En la siguiente sección del capítulo ED^0 tomará valores diferentes o variará en función del nivel de calidad del producto. En trabajos anteriores la inversión se distribuyó entre educación, actividades de búsqueda y capital físico, pero esta distribución se mantuvo constante en cada experimento. La distribución de la inversión puede variar en diferentes experimentos. En este trabajo se endogeneiza parcialmente esta distribución haciéndola depender del nivel de calidad de la producción. Podemos esperar que una mayor calidad del producto requiera mayores niveles de educación de la fuerza laboral. En este caso, la ecuación de ED_c^t tendrá la siguiente forma (ecuación 2):

$$ED_Q^t = ED^0 + k_{Qual}Y \quad (2)$$

donde:

ED_Q^t = inversión en educación al momento t dependiendo del nivel de calidad del producto en el mismo momento

Y = calidad del producto

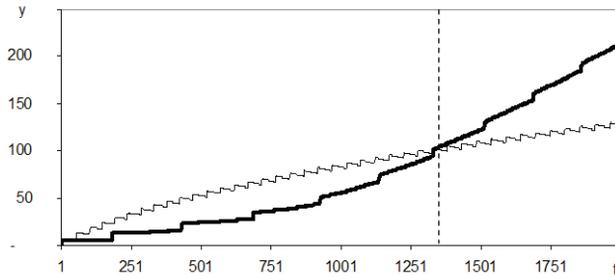
K_{qual} = parámetro que determina el aumento en la inversión en educación requerido para incrementar la calidad del producto.

Para estudiar este problema definimos un conjunto de valores del parámetro que dan lugar al tipo de patrón regular de desarrollo que fue identificado en artículos previos. En otras palabras, se parte de una situación en la que los nuevos sectores son creados regularmente y las tasas globales de crecimiento del empleo y del producto son positivas. A este conjunto de parámetros lo llamamos *escenario estándar*. Luego variamos los parámetros para estudiar su efecto sobre diferentes aspectos de nuestro sistema económico artificial.

En principio, podemos esperar diferentes combinaciones de la emergencia de nuevos sectores (trayectoria 2) y del aumento de la calidad y diferenciación de los bienes y servicios (trayectoria 3), que dan lugar a distintos senderos de desarrollo. Con el objetivo de analizar el impacto relativo de estas dos trayectorias simulamos dos escenarios: alta calidad (AC) y baja calidad (BJ). Estos escenarios surgen de dar distintos valores a los parámetros k_7 - k_{10} de las ecuaciones (A9) y (A10) del apéndice. Estos parámetros determinan la calidad y el grado de diferenciación del producto que corresponde a un nivel dado de actividades de investigación. El escenario BC se obtiene de dar valores tan bajos a los parámetros k_7 - k_{10} tales que la calidad y diferenciación del producto son muy bajas y casi constantes durante el ILC del sector. El escenario AC surge de dar a los

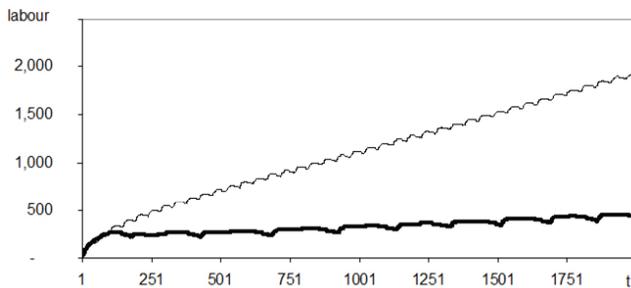
mismos parámetros valores considerablemente elevados. Los resultados de esta simulación muestran que los escenarios AC y BC dan lugar a diferentes senderos de desarrollo. La comparación AC-BC se analiza a través de variables tanto micro como macroeconómicas.

Figura 4. Efecto de la calidad del producto sobre el ingreso agregado



Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Efecto de la calidad del producto sobre el empleo agregado



Fuente: elaboración propia.

A nivel agregado:

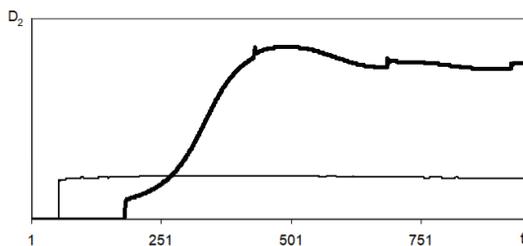
- La tasa de creación de nuevos sectores es mayor en el caso de baja calidad, en relación con el caso de alta calidad.
- La tasa de crecimiento del ingreso (RIG) del escenario AC es inicialmente baja pero supera la del escenario BC en un momento posterior (figura 4). A su vez, RIG se ralentiza en el curso del desarrollo econó-

mico para el escenario BC mientras que se acelera para el escenario AC.

- El crecimiento del empleo es siempre más rápido en el caso de baja calidad en relación con el de alta calidad (figura 5).

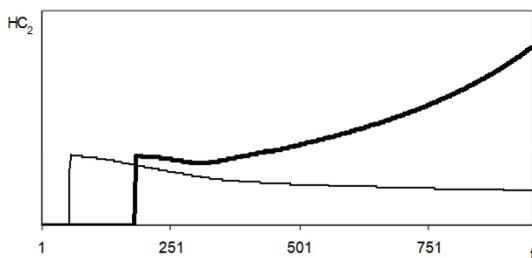
En el escenario BC la demanda, el capital humano, los salarios y el producto se mantienen esencialmente constantes o incluso disminuyen, mientras que en el escenario AC se incrementan. En los gráficos 6 a 9 las curvas reflejan el desarrollo a nivel sectorial y se muestran solo las curvas del segundo sector para los escenarios BC y AC.

Figura 6. Efecto de la calidad del producto sobre la demanda sectorial (BC: curva sin negrita, AC: curva en negrita)



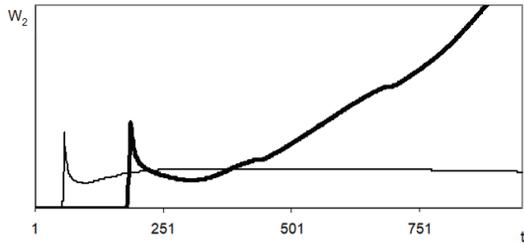
Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Efecto de la calidad del producto sobre la calidad del capital humano (BC: curva sin negrita, AC: curva en negrita)



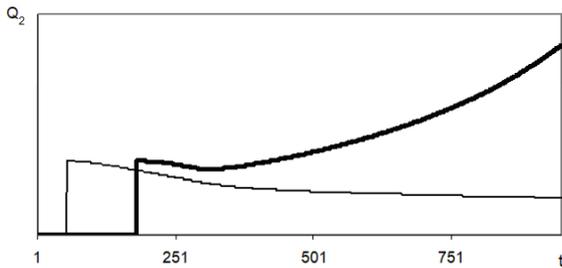
Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Efecto de la calidad del producto sobre los salarios sectoriales (BC: curva fina, AC: curva en negrita)



Fuente: elaboración propia.

Figura 9. Efecto de la calidad del producto sobre el producto sectorial (Q_2) (BC: curva sin negrita, AC: curva en negrita)



Fuente: elaboración propia.

Las diferencias en las trayectorias de desarrollo económico de los escenarios BC y AC (figuras 4 y 5) se pueden entender analizando el comportamiento del sistema económico a nivel sectorial. Las figuras 6 a 9 muestran cómo en el escenario BC la calidad del producto, la demanda sectorial, la producción, la calidad del capital humano y los salarios permanecen casi constantes o disminuyen ligeramente, mientras que en el escenario AC todas esas variables aumentan sustancialmente en el transcurso del tiempo. La mayor tasa de crecimiento del empleo (REG) del escenario BC se obtiene al mantener constantes los salarios, el capital humano, la demanda y la calidad del producto. Por otra parte, en el escenario AC una menor REG es compensada en parte por el aumento de los salarios, el capital humano y la calidad del producto. Por lo tanto, el escenario AC daría lugar a una menor fuerza de trabajo pero más competente, mejor paga y con un mayor nivel de consumo (ver tabla 1).

Tabla 1. Comparación de los escenarios de baja calidad (BC) y alta calidad (AC)

	BC	AC
Producción	~Constante	Crece
Demanda	~Constante	Crece
Calidad de la producción	~Constante	Crece
Capital humano	~Constante	Crece
Salarios	~Constante	Crece
Tasa de crecimiento del empleo	Mayor que en AC	Menor que en BC
Tasa de crecimiento del ingreso	Inicialmente mayor y luego menor que en AC	Inicialmente menor y luego mayor que en BC

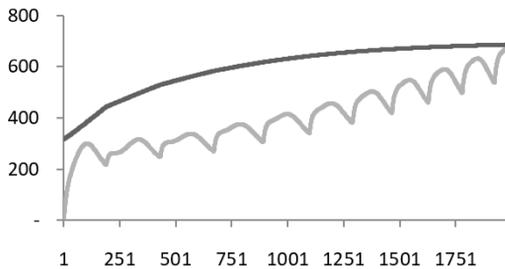
La autoaceleración y autolimitación de las curvas de crecimiento del ingreso (RIG) para los escenarios AC y BC se puede entender porque, en el primer caso, un aumento de la demanda conduce a un aumento de las actividades de investigación, que a su vez conduce a un aumento de la calidad y diferenciación de la producción, que finalmente se traduce en un incremento de la demanda. Esta retroalimentación es significativamente más débil en el escenario BC dado que en este caso las actividades de búsqueda tienen un impacto insignificante sobre la calidad y la diferenciación de la producción.

El desarrollo económico observado durante la mayor parte del siglo XIX, cuando el consumo de la mayoría de los países se centró exclusivamente en las necesidades y comenzó a incluir otros tipos de consumo recién durante el siglo XX, se asemeja a una combinación de los escenarios BC y AC. Esta combinación corresponde a la transición del primero al segundo, que se produce cuando el ingreso generado por el escenario de AC, inicialmente inferior, supera al del escenario BC (figura 4). No creemos que este mecanismo proporciona una explicación completa de la transición de las necesidades a los mundos imaginarios. Otra variable que podría haber llevado al estancamiento del poder adquisitivo y del consumo es la tasa de crecimiento de la población. De acuerdo con los historiadores económicos (Mokyr, 1990; Maddison, 2001; Galor y Weil, 2000; Galor, 2005), es probable que la alta tasa de crecimiento de la población durante los primeros años de la revolución industrial haya limitado los cambios per cápita que la propia revolución podría haber generado, afectando potencialmente la transición BC-AC. Para entender cómo la ta-

sa de crecimiento de la población interactuó con las tres trayectorias de aumento de la eficiencia, la variedad y la calidad analizamos el impacto de la población, los salarios y la educación en el desarrollo económico.

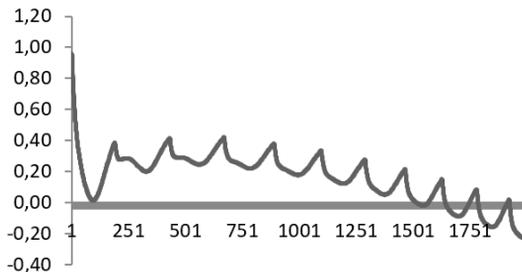
Con este objetivo calculamos la población, el empleo y el desempleo. En particular, nuestro interés está en comparar el desempleo en los escenarios de BC y AC y en estudiar el efecto de los cambios en algunos parámetros del modelo TEVECON.

Figura 10. Población (curva gris oscura) y empleo (curva gris clara) en el escenario estándar.



Fuente: elaboración propia.

Fig. 11: Desempleo en el escenario estándar

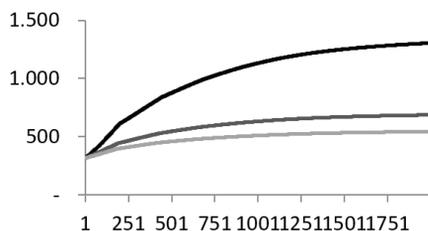


Fuente: elaboración propia.

En el escenario estándar el desempleo es alto en las fases iniciales pero luego cae gradualmente hasta que se produce escasez de mano de obra. La razón de este comportamiento se observa claramente en la figura 10, donde se representan la población y empleo, y el desempleo es la diferencia entre ambos. El aumento del desempleo predomina cuando el

crecimiento de la población es mayor que el empleo y cae o se produce escasez de mano de obra cuando la población crece a una tasa igual o inferior al empleo. Estos resultados muestran que la tasa de crecimiento de la población (RPG) puede afectar considerablemente la trayectoria de desarrollo económico. En lo que sigue se analiza la influencia de la educación sobre el desarrollo económico mediante la variación de la inversión inicial.

Figura 12. Efecto de la inversión inicial en educación sobre el aumento de la población (la inversión inicial aumenta de la curva más oscura a la más clara)

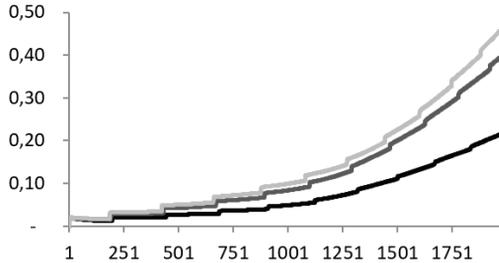


Fuente: elaboración propia.

El crecimiento de la población está fuertemente afectado por los cambios en la distribución de las actividades de inversión. A partir de la ecuación para la población (1) se espera que una menor inversión en educación tenga un impacto positivo sobre el crecimiento de la población. Este resultado corresponde a la evolución observada en varios sistemas económicos: cuando el nivel de educación aumenta, la tasa de crecimiento de la población cae. Por el momento TEVECON no incluye estos componentes e interacciones. Si ello ocurre dentro de ciertos límites podemos esperar que una mayor inversión en educación conduzca a una menor tasa de desempleo y aumente el ingreso de los consumidores. Esto se representa en las figuras 13 y 14, que muestran el impacto de la inversión en educación sobre el ingreso per cápita y sobre el desempleo. Además se puede entender que si el escenario de AC ofrece un mayor ingreso que el de BC pero a expensas de menor empleo, el aumento en la inversión en educación puede dar lugar tanto a un mayor ingreso como empleo, compensando así parcialmente la desventaja del empleo del escenario AC. Esto parece corresponderse con las evidencias que indican que en las

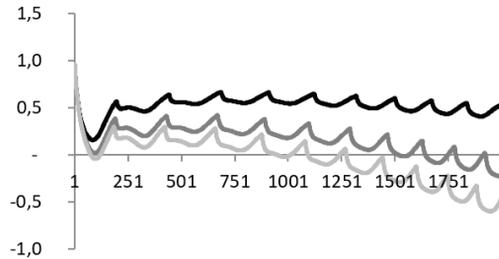
sociedades basadas en el conocimiento el crecimiento y el empleo están fuertemente asociados a la inversión en educación.

Figura 13. Ingreso per cápita para varios niveles de inversión inicial en educación (la inversión inicial crece de la curva más oscura a la más clara)



Fuente: elaboración propia.

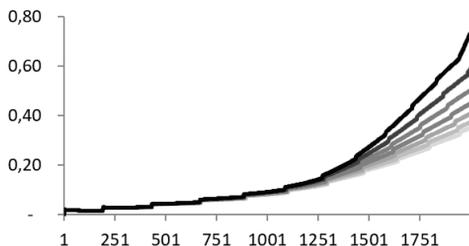
Figura 14. Desempleo para varios niveles de inversión inicial en educación (la inversión inicial crece de la curva más oscura a la más clara)



Fuente: elaboración propia.

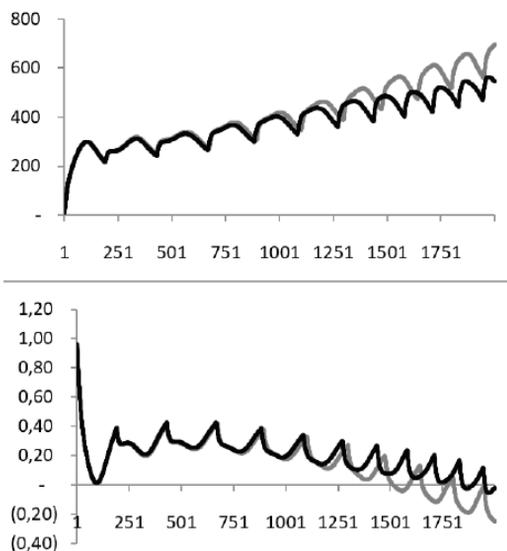
Los salarios constituyen otra variable que es de esperar que afecte el balance entre el empleo y el ingreso. Se analiza el impacto de esta variable haciendo variar K_s en la ecuación (A2) del apéndice, un parámetro que afecta los salarios a través del aumento y disminución de los mismos a una productividad laboral equivalente. En el siguiente experimento a k_s se le dan los valores [0,1, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5, 3,0], correspondiendo el valor 1.0 al escenario estándar (figuras 15-16).

Figura 15. Ingreso per cápita en el escenario AC para diferentes valores de K_s . El ingreso per cápita aumenta cuando aumentan los valores de K_s



Fuente: elaboración propia.

Figuras 16a y 16b. Impacto de k_w sobre el empleo (a) y sobre el desempleo (b). Los valores de k_w aumentan de las curvas más claras a la más oscura



Fuente: elaboración propia.

El aumento de los salarios determinado por valores crecientes de k_w conducen a un mayor ingreso per cápita (figura 15). El efecto diferencial de k_w aumenta después de alrededor de mil períodos dando lugar a una divergencia creciente en el ingreso per cápita. Por otro lado, valores más

altos de k_w dan lugar a menores tasas de crecimiento del empleo (figura 16a) y mayores tasas de aumento del desempleo (figura 16b). Esto parece mostrar la existencia de un *trade-off* entre los ingresos y el empleo: mayores salarios aumentan los ingresos, pero a costa de una disminución del empleo y un aumento del desempleo. Incluso para las tasas de empleo y desempleo el efecto de k_w se vuelve considerablemente más marcado después de los primeros mil períodos.

El escenario BC parece estar mucho menos afectado por los cambios en los salarios que el escenario AC. Como consecuencia, no se reproducen aquí los resultados correspondientes. Esta diferencia puede explicarse por el hecho de que los salarios, la calidad de producción, la demanda y el capital humano permanecen casi constantes en el escenario BC y es de esperar que estén mucho menos afectados por las variaciones de k_w que en el escenario AC.

Los resultados anteriores pueden ser explicados parcialmente al menos por el siguiente mecanismo (figura 17):

- La producción de productos de mayor calidad y diferenciación requiere competencias de la fuerza de trabajo crecientemente sofisticadas.
- Estas competencias más sofisticadas requieren un mayor insumo del sistema educativo y capacitación.
- Así, tales competencias sofisticadas requieren mayores salarios.
- Estos salarios más altos, sumados a aquellos que se pagan a quienes enseñan y capacitan, dan lugar al ingreso disponible necesario para que los consumidores puedan pagar productos de mayor calidad y diferenciación.

Los efectos combinados de estas variables y de sus interacciones se refuerzan unos a otros y conducen a un mecanismo autosostenible que genera continuamente más calidad de los productos, salarios más altos y mayores ingresos.

Es probable que este mecanismo haya sido un componente importante en el proceso de desarrollo económico de los países capitalistas más avanzados durante el siglo xx.

Figura 17. Mecanismo coevolutivo que explica en parte la generación de productos de mayor calidad y diferenciación en el proceso de desarrollo económico capitalista

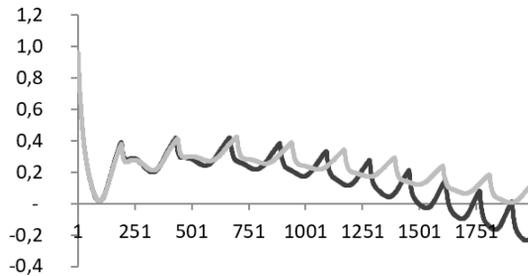


Fuente: elaboración propia.

El mecanismo representado en la figura 17 muestra una coevolución basada en la interacción y *feedbacks* positivos de un número de variables. Si bien este mecanismo jugó probablemente un rol importante en el desarrollo económico, esta es una posibilidad pero no la única. Los tipos de interacciones y *feedbacks* que conducen al desarrollo económico no existen bajo cualquier circunstancia y en todos los sistemas económicos. El siguiente experimento es un ejemplo de un conjunto de condiciones bajo las cuales el mecanismo descrito puede no conducir al desarrollo económico. En la ecuación (2) el parámetro k_{Qual} mide la inversión en educación requerida para generar un aumento en la calidad del producto. Cuanto mayor es el valor de k_{Qual} más costoso será incrementar la calidad del producto. Estos resultados, en los que k_{Qual} varía por debajo y por encima del valor correspondiente al escenario estándar se muestran en las figuras 18 y 19. En estas figuras puede verse que el desempleo aumenta y el ingreso per cápita cae cuando aumenta k_{Qual} . Estos resultados pueden interpretarse considerando que valores más altos de k_{Qual} corresponden a mayores costos de producir determinados niveles de calidad del producto. Es de esperar que exista un costo de incrementar la calidad del producto por encima del cual el resultado económico no sea suficiente para justificar la inversión en educación. En otras palabras, esto demuestra que existen rendimientos decrecientes de la inversión

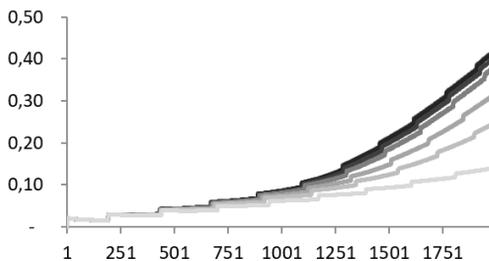
dedicada al aumento de la calidad del producto y que el círculo virtuoso en el que las competencias, el capital humano, los salarios, poder adquisitivo, etcétera, aumentan en forma concertada y dan lugar a un continuo crecimiento no existe en todas las circunstancias.

Figura 18. Efecto del aumento de k_{Qual} sobre la tasa de crecimiento del desempleo (gris claro: valor alto de k_{Qual} ; gris oscuro: valor bajo de k_{Qual})



Fuente: elaboración propia.

Figura 19. Efecto del aumento de k_{Qual} sobre el ingreso per cápita (valores más altos de k_{Qual} corresponden a las curvas más claras)



Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

En este capítulo se resaltó la idea de la aparición relativamente tardía de un patrón de consumo que se diferenció de las necesidades básicas e incluyó muchos productos y servicios que no estaban disponibles y/o no podrían haber sido catalogados como necesarios. La cuestión central no

es tanto la aparición en sí misma de este tipo de diferenciación sino que no ocurrió antes a pesar de la mejora significativa en la eficiencia de la producción, que se inició con la revolución industrial.

Una explicación de este fenómeno fue dada anteriormente y se basó en la alta tasa de crecimiento de la población que acompañó la primera parte de la revolución industrial. Los primeros avances en la eficiencia productiva se tradujeron en alimentación de una población en crecimiento y no en la ampliación del consumo individual. Aunque el crecimiento demográfico jugó un rol en este sentido, nuestro análisis muestra que otros mecanismos estaban actuando para determinar la trayectoria de desarrollo económico observada.

En este capítulo se sostiene que el desarrollo económico no se basó exclusivamente en la eficiencia productiva pero esta fue necesaria para dar lugar a los efectos conjuntos de coevolución de las tres trayectorias: i) aumento de la eficiencia productiva, ii) aumento de la variedad y iii) incremento de la calidad y diferenciación sectorial. Hemos mostrado que las diferentes combinaciones de incrementos de variedad y calidad del producto sectorial y aumento de la diferenciación condujeron a senderos de desarrollo económico sorprendentemente diferentes. Lo hicimos mediante la comparación de dos escenarios, denominados de baja calidad (BC) y de alta calidad (AC), que se diferencian porque una vez que se crean los nuevos sectores, la calidad del producto se mantiene constante en el primero (BC), mientras que sigue aumentando en el segundo (AC).

Sobre la base de estos resultados, el sendero de desarrollo observado históricamente se asemeja a una combinación de escenarios de BC y de AC con una transición desde BC a AC (BC→AC) que ocurre después de un período determinado. Esta transición se explica por el hecho de que inicialmente el escenario BC habría garantizado tanto un nivel de empleo como de ingresos más elevados, pero después de un período el escenario AC es superior en términos de generación de ingresos.

Para explicar la transición (BC→AC) suponemos un mecanismo de desarrollo económico en el que coevolucionan y se refuerzan mutuamente la elevada calidad del producto, altas competencias y altos salarios para dar lugar tanto a las capacidades tecnológicas como al poder adquisitivo necesario.

Así, la transición (BC→AC) junto con las dinámicas de crecimiento de la población explican en gran medida el retraso en la transición de las necesidades a los mundos imaginarios. Más aún, investigamos la interacción del crecimiento demográfico y la educación suponiendo que

el aumento de esta última redujo la tasa de crecimiento del primero. De esta manera, la caída en la tasa de crecimiento de la población producto de una mayor educación contribuyó no solo a aumentar el consumo individual sino también a reducir el desempleo, compensando así una de las debilidades del escenario AC en relación con el de BC.

Estos resultados dependen de dos características centrales del modelo TEVECON: i) el desarrollo económico está intrínsecamente relacionado con el cambio estructural y ocurre debido a la capacidad del sistema económico de mantener la diferenciación a través de la creación de nuevos sectores y de incrementar continuamente la calidad del producto y la diferenciación interna y ii) el patrón de crecimiento de largo plazo que analizamos depende de la coevolución de un número de variables y no de separar alguna de ellas.

Bibliografía

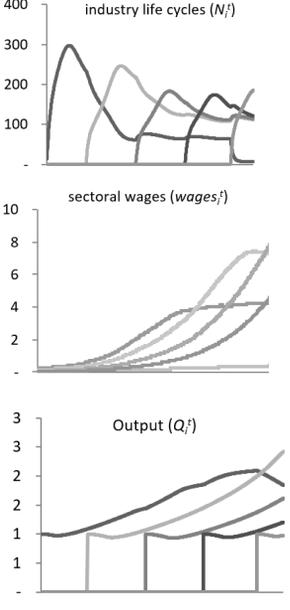
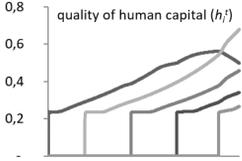
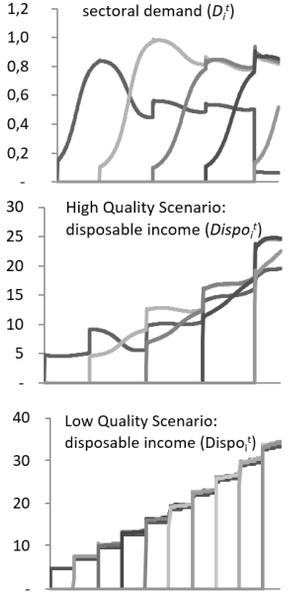
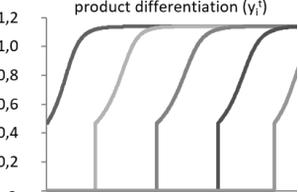
- Acemoglu, D. y Zilibotti, F. (1997). Was Prometheus Unbound by Chance? Risk, Diversification and Growth. *Journal of Political Economy*, vol. 105, pp. 709-751.
- Aghion P. y Howitt P.(1992). “A Model of Growth through Creative Destruction”. *Econometrica*, vol. 60, pp. 323-351.
- Baumol, W. J. (1967). “Macroeconomics of Unbalanced Growth: the Anatomy of Urban Crisis. *American Economic Review*, vol. 57, n° 3, pp. 415-426.
- Chenery, H. B. (1960). “Patterns of Industrial Growth”. *American Economic Review*, vol. 50, pp. 624-654.
- Ciarli, T.; Lorentz, A.; Savona, M. y Valente, M. (2010). The Effect of Consumption and Production Structure on Growth and Distribution. A Micro to Macro Model. *Metroeconomica*, vol. 61, n° 1, pp. 180-218.
- (2012). “The Role of Technology, Organisation, and Demand in Growth and Income Distribution”. Working Papers 2012/06, Laboratory of Economics and Management, San’Anna School of Advanced Studies, Pisa.
- Cornwall, J. (1977). *Modern Capitalism, its Growth and Transformation*. Londres: Martin Robertson.

- De Benedictis, L.; Gallegati, M. y Tamberi, M. (2009). "Overall Trade Specialization and Economic Development: Countries Diversify". *Review of World Economics*, vol. 145, n° 1, pp. 37-55.
- Diamond, J. (1997). *Guns, Germs, and Steel, the Fates of Human Societies*. Nueva York: Norton.
- Dosi, G. (1982). "Technological Paradigms and Technological Trajectories: a Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change". *Research Policy*, vol. 11, pp. 147-162.
- Dosi, G.; Fagiolo, G. y Roventini, A. (2010). "Schumpeter Meeting Keynes: A Policy-Friendly Model of Endogenous Growth and Business Cycles". *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol. 34, pp. 1748-1767.
- Fabricant, S. (1940). *The Output of Manufacturing Industries, 1899-1937*. Nueva York: National Bureau of Economic Research, Inc.
- Fagerberg, J. (2000). "Technological Progress, Structural Change and Productivity Growth: a Comparative Study". Working Paper n° 5/2000, Centre for Technology, Innovation and Culture, University of Oslo.
- Frenken, K.; Van Oort, F. G. y Verburg, T. (2007). "Related Variety, Unrelated Variety and Regional Economic Growth". *Regional Studies*, vol. 41, n° 5, pp. 685-697.
- Funke, M. y Ruhwedel, R. (2001a). "Product Variety and Economic Growth: Empirical Evidence for the OECD Countries". *IMF Staff Papers*, vol. 48, n° 2.
- (2001b). "Export Variety and Export Performance: Empirical Evidence from East Asia". *Journal of Asian Economics*, vol. 12, pp. 493-505.
- Galor, O. (2006). "From Stagnation to Growth: Unified Growth Theory". En Aghion, P. y Durlauf, S. N. (comps.), *Handbook of Economic Growth*, volumen 1, capítulo 4. Londres: Elsevier.
- Galor, O. y Weil D. N. (2000). "Population, Technology, and Growth: From Malthusian Stagnation to the Demographic Transition and Beyond". *American Economic Review*, vol. 90, n° 4, pp. 806-828
- Grossman, G. M. y Helpman, E. (1991). "Quality Ladder and Product Cycles". *Quarterly Journal of Economics*, vol. 106, pp. 557-586.
- Hobsbawm, E. (1968). *Industry and Empire*. Harmondsworth: Penguin Books.

- Imbs, J. y Wacziarg, R. (2003). "Stages of Diversification". *American Economic Review*, vol. 93, n° 1, pp. 63-86.
- Kuznets, S. (1957). "Quantitative Aspects of the Economic Growth of Nations: II. Industrial Distribution of National Product and Labor Force". *Economic Development and Cultural Change*, vol. 5, suplemento.
- Maddison, A. (2001). *The World Economy: A Millennial Perspective*. París: OECD.
- Menger, C. (1950). *Principles of Economics*. Nueva York y Londres: New York University Press.
- Metcalfe, J. S.; Foster, J. y Ramlogan, R. (2005). "Adaptive Economic Growth". *Cambridge Journal of Economics*, vol. 30, pp. 7-32.
- Mokyr, J. (1990). *The Lever of Riches: Technological Creativity and Economic Progress*. Oxford: Oxford University Press.
- Nelson, R. R. y Winter, S. G. (1977). "In Search of Useful Theory of Innovation". *Research Policy*, vol. 6, pp. 36-76.
- (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Parteka, A. y Tamberi, M. (2008). Determinants of Export Diversification: an Empirical Investigation". *Quaderni di Ricerca*, n° 327, Università Politecnica delle Marche, Dipartimento di Economia.
- Pasinetti, L. L. (1981). *Structural Change and Economic Growth*. Cambridge: Cambridge University Press.
- (1993). *Structural Economic Dynamics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Pyka, A. y Saviotti, P. P. (2010). Economic Growth through the Emergence of New Sectors. En Mann, S. (comp.), *Sectors Matter! Exploring Macroeconomics*. Berlín y Heidelberg: Springer.
- Romer, P. (1990). "Endogenous Technical Progress". *Journal of Political Economy*, vol. 98, pp. 71-102.
- Salter, W. E. G. (1960). *Productivity and Technical Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Saviotti, P. P.; Nesta, L. y Javaid, M. N. (2010). "Export Variety and the Catching up of Countries". Trabajo presentado en la 8th Globelics Conference, 1-3 de noviembre de 2010, Holiday Villa Hotel & Suites Subang, Malasia.

- Saviotti, P. P. y Frenken, K. (2008). Export Variety and the Economic Performance of Countries. *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 18, pp. 201-218.
- Saviotti, P. P. y Pyka, A. (2004a). "Economic Development by the Creation of New Sectors". *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 14, pp. 1-35.
- (2004b). Economic Development, Variety and Employment. *Revue Economique*, vol. 55, n° 6, edición especial issue sobre "Cambio estructural y crecimiento" a cargo de J. L. Gaffard y P. P. Saviotti.
- (2004c). "Economic Development, Qualitative Change and Employment Creation". *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 15, pp. 265-287.
- (2012). "On The Co-Evolution Of Innovation And Demand: Some Policy Implications". *Revue de l'OFCE*, n°124, pp. 349-388. *Debates and Policies: Agent-Based Models and Economic Policy*, compilado por J. L. Gaffard y M. Napoletano.
- (2008a). "Product Variety, Competition and Economic Growth". *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 18, pp. 167-182.
- (2008b). "Micro and Macro Dynamics: Industry Life Cycles, Inter-sector Coordination and Aggregate Growth". *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 18, pp. 323-348.
- (2009). "Innovation, Demand and Growth". Trabajo presentado en la "AFSE Conference" celebrada en GREDEG, Sophia Antipolis, 25-26 de junio.
- (2010). "The Co-evolution of Innovation, Demand and Growth". Trabajo presentado en la International Schumpeter Society Conference 2010 on Innovation, Organisation, Sustainability and Crises, Aalborg, 21-24 de junio.
- Schumpeter, J. (1934 [1912]). *The Theory of Economic Development*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Silva, E. G. y Teixeira, A. A. C. (2008). "Surveying Structural Change: Seminal Contributions and a Bibliometric Account". *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 19, pp. 273-300.
- Verspagen, B. (1993). *Uneven Growth between Interdependent Economies*. Aldershot: Avebury.

Apéndice: Descripción del modelo formal

<p>Dimensión sectorial (Oferta)</p>		<p>(A1) $dN_i^t = k_1 \cdot \underbrace{FA_i^t}_{\text{entry terms}} \cdot \underbrace{AG_i^t - IC_i^t - MA_i^t}_{\text{exit terms}}$</p> <p>(A2) $wages_i^t = k'_{i \cdot wages} \cdot \frac{Q_i^{t-1} \cdot P_i^{t-1}}{labour_i^t}$</p> <p>(A3) $Q_i^t = Q^0 + k_2 \cdot (1 + \alpha_{ci}^t) \cdot [1 - \exp(-k_3 \cdot SE_i^t - k_4 \cdot CS_{physical}^t - k_5 \cdot HC_i^t)]$</p> <p>(A4) $h_i^t = k_6 \cdot CS_{ed}^t$</p> <p>(A5) $HC_i^t = labour_i^t \cdot h_i^t$</p> 
<p>Dimensión sectorial (Demanda)</p>		<p>(A6) $D_i^t = k_{prod,i} \cdot D_i^0 \cdot D_{Disp,i} \cdot \frac{Y_i \cdot \Delta Y_i}{P_i}$</p> <p>(A7) $Dispo_i^t = Incoméd - \sum_{j=1}^n p_j^t \cdot D_j^t$</p> <p>(A8) $incoméd = \sum_i p_i^t \cdot q_i^t$</p> <p>(A9) $Y_i^t = \frac{1}{1 + \exp(k_7 - k_8 \cdot SE_i^t)}$</p> <p>(A10) $\Delta Y_i^t = \frac{1}{1 + \exp(k_9 - k_{10} \cdot SE_i^t)}$</p> <p>(A11) $SE_i^t = SE^0 + k_{11} \cdot [1 - \exp(-k_{12} \cdot Dacc_i^t)]$</p> 

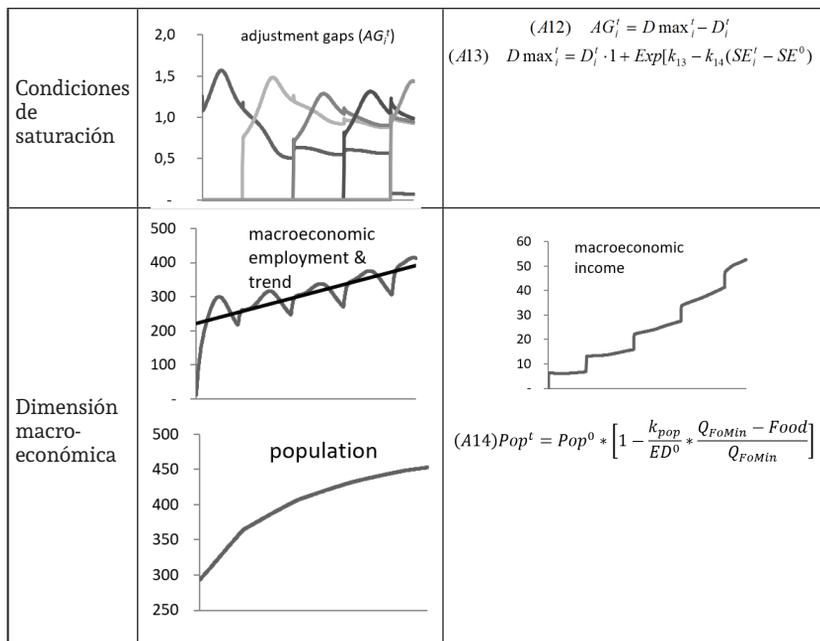


Figura A1. Diagramas para las ecuaciones del modelo

Lista de variables

Nit	Número de firmas de la industria i en t
FAit	Disponibilidad de financiamiento de la industria i en t
AGit	Brecha de ajuste de la industria i en t
ICit	Intensidad de la competencia de la industria i en t
MAit	Fusiones, adquisiciones y quiebras de la industria i en t
Dmaxit	Demanda máxima de la industria i en t
Dit	Demanda instantánea de la industria i en t
Daccit	Demanda acumulada de la industria i en t
Dispoit	Ingreso disponible de la industria i en t
Yit	Características del producto de la industria i en t
DYit	Diferenciación de producto de la industria i en t
pit	Precio del producto de la industria i en t
incomet	Ingreso macroeconómico en t
SEit	Actividades de investigación de la industria i en t
Qit	Producto de la industria i en t
ucit	Costos unitarios de la industria i en t
labourit	Empleo de la industria i en t
CSphysicalit	Stock de capital físico de la industria i en t
CSedit	Inversión acumulada en educación de la industria i en t
hit	Calificación del capital humano de la industria i en t
HCit	Capital humano de la industria i en t
wagesit	Salarios de la industria i en t

Lista de las variables constantes

constante	significado	valor en el escenario estándar
k1	Ponderación para los términos de ingreso	10
k2	Parámetro de escala en la función de producción	1
k3	Peso de la I+D en la función de producción	0.0005
k4	Peso del stock de capital físico en la función de producción	0.001
k5	Peso del capital humano en la función de producción	0.005
k6	Peso de la educación en la formación de capital humano	1
k7	Oportunidades de mejora de calidad	1
k8	Velocidad de mejora de calidad	0.25
k9	Oportunidades de diferenciación de producto	2
k10	Velocidad de diferenciación de producto	0.25
k11	Oportunidades tecnológicas	15
k12	Velocidad de explotación	0.025
k13	Posibilidades de ampliación de la brecha de ajuste	1
k14	Velocidad de cierre de la brecha de ajuste	0.1

Capítulo 19

Los procesos de creación y difusión de conocimiento desde la perspectiva de redes sociales

Lilia Stubrin

Introducción

El objetivo de este capítulo es introducir la teoría de redes sociales y, en particular, estudiar sus aplicaciones al estudio de los procesos de creación y difusión del conocimiento.

En principio, casi cualquier situación puede pensarse como una red en la que los “actores” (empresas, amigos, bancos, países, universidades, etcétera) forman parte y están vinculados entre sí por uno o varios tipos de “relaciones” (transferencias monetarias, amistad, acuerdos de Investigación y Desarrollo, flujos de comercio, etcétera). La red interbancaria, la red de proveedores de una empresa automotriz, la red de amigos, la red de cooperaciones en actividades de investigación y desarrollo (I+D) entre firmas en la industria del software, la red de actores de Hollywood, entre muchas otras. En una red los actores y sus acciones son interdependientes, los lazos entre los actores permiten la transferencia de recursos (materiales e inmateriales) y la conformación de la red favorece u obstaculiza la acción (individual o conjunta) de los agentes de la red (Wasserman y Faust, 1994).

En la teoría de redes, a diferencia de otros enfoques, los vínculos entre los actores se consideran más relevantes que las características de los propios actores para explicar el comportamiento individual y agregado de la red. Por ejemplo, desde una perspectiva tradicional (o atomista) uno

podría explicar el éxito de un *cluster* por las características de los actores que forman parte de él (por ejemplo, “el nivel de educación de los empleados de las empresas del *cluster*”, “los años de experiencia de los gerentes de las empresas”, “la cantidad de empleados de las firmas”, “los gastos en actividades de I+D de las empresas”, etcétera). Sin embargo, desde una perspectiva de red el éxito del *cluster* se explicaría, además de por las características de los actores, por la estructura de vínculos en la que los actores están inmersos (por ejemplo, la circulación de conocimiento entre y hacia las empresas del *cluster* a través de la movilidad laboral o los acuerdos de I+D, los flujos comerciales o financieros entre y hacia las empresas, etcétera). En la teoría de redes, el actor se considera parte de un contexto (social) determinado y ello influye y se manifiesta en la conducta, resultados o comportamientos de los mismos.

El origen del interés de la economía en la teoría de las redes sociales puede encontrarse en la idea, primeramente expuesta por Granovetter (1985), de que las transacciones económicas no se producen en el vacío sino que están “incrustadas” en un contexto social.¹ Previo a ello, la teoría económica ha ignorado la influencia de la estructura social en las actividades económicas. En la visión convencional, las transacciones se producen en un mercado en el que existe una gran cantidad de agentes cuya identidad es irrelevante y, bajo el supuesto de información perfecta, solo se requiere de los precios para que las transacciones se efectúen eficientemente. Sin embargo, las transacciones económicas no están siempre enteramente mediadas por el mercado. Otros factores, además de los precios, pueden ser más relevantes para que las transacciones se efectúen. Por ejemplo, en el mercado laboral, las redes sociales de los individuos (amigos, parientes y conocidos) son especialmente valiosas como fuentes de información para que estos consigan empleo (Granovetter, 1973, 1974).²

En el campo de la economía de la innovación, la teoría de redes ha sido crecientemente aplicada para entender las dinámicas industriales y, en particular, las redes de conocimiento en que las empresas participan. La conformación de redes de conocimiento resulta de la transferencia e intercambio de conocimiento entre organizaciones (empresas, univer-

1 La teoría de redes sociales tiene su raíz en el campo de la sociología en los años veinte (consultar Scott, 1991, y Freeman, 2004, acerca de los orígenes históricos de la teoría de redes sociales).

2 Se recomienda consultar la revisión de literatura sobre redes sociales y empleo provista por Ioannides y Loury (2004).

sidades, laboratorios, etcétera) que se canaliza, entre otros, a través de acuerdos de I+D (Hagedoorn, 2002, 2003). En particular, en actividades en las cuales el ritmo de cambio tecnológico es vertiginoso (tales como la biotecnología, la nanotecnología, las TIC o los nuevos materiales) la participación de empresas en acuerdos de I+D es especialmente notoria. Resulta más sencillo explicar por qué las empresas participan de este tipo de acuerdos que explicar cómo lo hacen. El porqué estaría relacionado con la complejidad de la tecnología, así como el alto grado de incertidumbre y los altos costos que conllevan los procesos innovativos en actividades de alta tecnología (Hagedoorn, 1992; Eisenhardt y Schoonhoven, 1996, Mowery *et al.*, 1998). Sin embargo, es menos sencillo explicar cómo las empresas eligen con quiénes colaborar, cómo obtienen información acerca de potenciales colaboraciones, cómo superan la incertidumbre que implica intercambiar conocimiento con terceros (dado que el conocimiento es un activo estratégico de las empresas de alta tecnología). La teoría de las redes sociales ha sido aplicada para dar respuesta a estos últimos interrogantes. Basada en la idea de que las acciones económicas están influenciadas por la estructura social de los agentes (Granovetter, 1985), se considera que la red de colaboraciones en la que las empresas participan se constituye en un reservorio de información acerca de los potenciales socios para cooperar. Cuando las empresas cooperan con organizaciones que forman parte de la red, se reducen los problemas que acarrea la anonimidad de las transacciones en el mercado tales como las conductas oportunistas, la información imperfecta y los contratos incompletos. Además, la teoría de redes se utiliza para estudiar cómo la posición de las empresas en una red de colaboraciones puede proveerles tanto oportunidades como restricciones para su comportamiento y performance (Gulati, 1995, 1998; Gulati y Garigulo, 1999). La relación de la posición de las empresas en la red y su performance innovativa fue analizada para diversas industrias, por ejemplo, en la actividad biotecnológica (Powell *et al.*, 1996; Riccabonni y Pammolli, 2002; Owen-Smith *et al.*, 2004), en la industria de la indumentaria (Uzzi, 1997), en la industria química (Ahuja, 2000), en semiconductores (Sanexian 1991, 1994; Stuart, 1998; Rowley *et al.*, 2000), en la industria automotriz (Dyer y Nobeoka, 2000; García Pont y Nohria, 2002), en las TIC (Riccabonni y Pammolli, 2002; Bae y Gargiulo, 2004), en el sector financiero (Baum, Rowley, Shipilovy Chuang, 2005) y en la industria vitivinícola (Giuliani y Bell, 2005).

En virtud de la temática de este libro, el capítulo se limita a estudiar cómo las estructuras que adoptan las redes (a partir de la forma en que

se establecen los vínculos entre los actores) pueden afectar los procesos de innovación. El capítulo se estructura de la siguiente manera: en la primera sección se introducen brevemente la teoría de redes, sus conceptos fundamentales y la teoría de grafos para su representación visual. En el segundo apartado se presentan distintas estructuras de redes, seleccionadas por su relevancia empírica y teórica, y se las analiza a la luz de las ventajas y desventajas que estas brindan para que el conocimiento se difunda y se produzca entre agentes de una red. La tercera sección está focalizada en las modelizaciones del proceso de difusión del conocimiento. Se presentan modelos de la teoría de redes que incorporan conceptos fundamentales de la teoría de la innovación como la heterogeneidad de los agentes, la capacidad de absorción (Cohen y Lenvithal, 1989, 1990), la racionalidad limitada y la relevancia de la proximidad geográfica para la transmisión de conocimiento tácito, entre otros. Finalmente en la última sección se presentan las conclusiones.

Conceptos y definiciones

Una red es un conjunto de actores vinculados entre sí a través de una relación o un conjunto de relaciones (Lozares, 1996; Wasserman y Faust, 1994). Los actores de una red pueden ser personas, empresas, departamentos de una empresa, países, ciudades, cooperativas, etcétera. De la misma manera, los vínculos entre los actores sociales también pueden ser de diferente índole: vínculos personales (amistad, respeto, consejo), transferencia de recursos (bienes, dinero, información), conexiones físicas (red de autovías, red ferroviaria), relaciones organizacionales (alianzas estratégicas), entre otras. Cuando se conjugan distintos tipos de actores sociales y los vínculos entre ellos, se obtienen redes de distinta naturaleza: la red de comercio entre países, la red de amistad entre compañeros de trabajo, la red de tranvías en una ciudad, la red de alianzas de I+D entre universidades y empresas, la red de citas bibliográficas en economía de la innovación, la red de difusión de conocimiento informal entre empresas, etcétera.

En la teoría de redes sociales la unidad de análisis no son los sujetos en sí, sino el conjunto formado por los sujetos y sus relaciones de manera tal que: i) los actores y sus acciones son interdependientes (no autónomos o independientes), ii) los lazos entre los actores transfieren recursos (ma-

teriales como no materiales) y iii) las estructuras de relaciones influyen en la acción individual (Wasserman y Faust, 1994).

La teoría de grafos, que permite la representación gráfica de las relaciones entre los actores, se utiliza frecuentemente como una herramienta para representar y describir las redes. En un grafo los vértices (o nodos) representan a los actores de la red y los lazos que conectan a los vértices representan las relaciones entre los actores. La representación visual de los grafos facilita la identificación de patrones, estructuras o características de las redes.

Una manera alternativa de representar y utilizar los datos de red son las matrices. Las matrices (llamadas matrices de adyacencia) son una herramienta menos útil para la visualización, pero más útil para ejercicios de cálculo y computacionales.³

Notación

Formalmente, una red está compuesta por N , $N = (1, 2, \dots, n)$, nodos, y las relaciones que existen entre ellos. Si g_{ij} existe un lazo entre los nodos i y j en la red g . Si $g_{ij} = 0$, no hay lazo que vincule a i y a j en la red g .

Según el tipo de relación que componga la red, una red puede tener lazos no dirigidos (o simétricos) o lazos dirigidos (o asimétricos). Las relaciones de amistad, de parentesco, de acuerdos de I+D entre empresas son ejemplos de lazos no dirigidos. En este tipo de vínculos no hay origen ni destino de la relación, de manera tal que si i tiene un lazo con j , entonces, necesariamente j tiene un lazo con i . En cambio, los vínculos dirigidos son, entre otros, las asistencias tecnológicas (que pueden ser brindadas o recibidas), las citas bibliográficas, la otorgación de licencias o las deudas. Este tipo de lazos tienen una direccionalidad. En el caso de las citas bibliográficas que “el autor i cite al autor j ” no implica que “el autor j cite al autor i ”.

Si una red se compone de todos vínculos no dirigidos (o “dirigidos”) entonces será una red “no dirigida” (o “dirigida”).

Hasta el momento se ha considerado el caso en que los nodos están o no conectados. Es decir, tienen o no una relación determinada. Sin embargo, en muchos casos, los vínculos tienen además una intensidad.

³ Los softwares que se utilizan para representar redes a través de grafos toman como punto de partida los datos volcados en matrices.

Por ejemplo, si la empresa A ha tenido cinco acuerdos de I+D con la empresa B en los últimos tres años, A y B están conectadas por un vínculo no dirigido, y el valor de ese vínculo es mayor que en el caso de firmas que hayan firmado tan solo un acuerdo de I+D en el mismo período. En algunas aplicaciones reconocer el valor o la fuerza del vínculo puede ser relevante. Tal es el caso de las transacciones comerciales entre países, la frecuencia de interacciones cara a cara entre firmas, las deudas bancarias o la frecuencia de vuelos entre ciudades. En muchos casos la información referida a la intensidad del vínculo es relevante para comprender la red. En esos casos, los vínculos son ponderados y la red se denomina “red ponderada”.

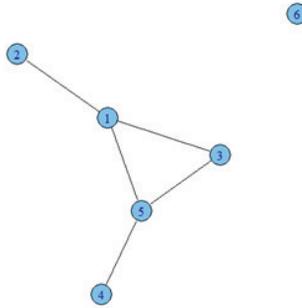
Caracterización de una red

Algunas medidas son útiles y frecuentemente utilizadas para caracterizar una red. En este apartado se presentan algunos de los conceptos fundamentales que permiten caracterizar tanto a la red como un todo como a sus componentes.⁴

En la red g los nodos i y j pueden estar o no conectados. Si lo están, pueden estar conectados directa o indirectamente. En la figura 1 se presenta una red compuesta por 6 nodos. Los nodos “1” y “2” están directamente conectados (hay un lazo entre ellos) mientras que “2” y “5” están indirectamente conectados. Los nodos pueden estar indirectamente conectados por 2 o más nodos. Se llama *camino* a una sucesión finita de lazos que conecta a cualesquiera dos nodos i y j . La *longitud* del camino está determinada por la cantidad que lazos que lo componen. En la figura 1, los nodos “2” y “5” están conectados por un camino de *longitud* 2. En cambio, los nodos “2” y “4” tienen más de un *camino* que los conecta. El *camino* con *longitud* más corta se denomina *camino geodésico* (dos nodos pueden estar conectados por más de un *camino geodésico*). Cuando en un *camino* no se repite ningún lazo ni ningún nodo, este se denomina *recorrido*. Y los *recorridos* que comienzan y terminan en el mismo nodo, son denominados *ciclos*. En la figura 1 hay un ciclo compuesto por los nodos 1,3 y 5.

⁴ Se recomienda consultar Wasserman y Faust (1994) y Jackson (2008) para profundizar acerca de la metodología de redes.

Figura 1. Caminos, recorridos y ciclos



Fuente: elaboración propia.

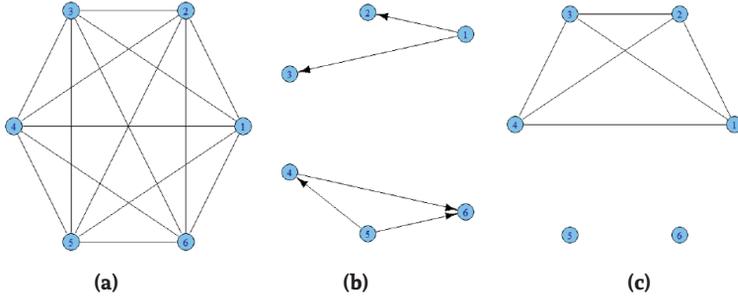
La *distancia* o *longitud* promedio entre nodos de una red mide la separación entre cualesquiera dos nodos. Formalmente, esta es:

$$L = \frac{1}{N} \sum_i \sum_{j \neq i} \frac{d(i, j)}{N - 1}$$

Donde $d(i, j)$ es la distancia geodésica entre i y j .

Cuando existe un *camino* que conecta cualesquiera dos nodos de la red se dice que la red es una *red conectada*. En algunos casos la red no está completamente conectada. Esta tiene más de un *componente*. Un *componente* es un conjunto máximo de nodos en el que cada nodo puede alcanzar cualquier otro a través de algún *camino* (sin importar cuán largo sea este). En la figura 2 se presentan 3 redes compuestas por 6 nodos cada una. La red (a) es una red completamente conectada. Hay un camino que conecta a cualesquiera dos nodos de la red. Esta red tiene un solo componente. La red (b) está compuesta por dos *componentes*: {1,2,3} y {4,5,6}. Finalmente, la red (c) está compuesta por 3 componentes: {1,2,3,4}, {5} y {6}. La definición de *componente* utilizada permite considerar a un nodo aislado (sin vínculos) como un *componente* en sí mismo.

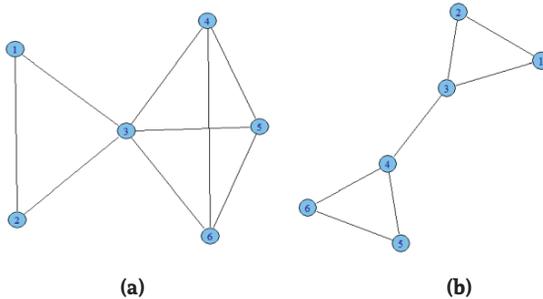
Figura 2. Componentes de una red



Fuente: elaboración propia.

En algunos casos el grado de conectividad de una red depende críticamente de un conjunto limitado de nodos o vínculos. Los *puntos de corte* son aquellos nodos que al eliminarse o removerse hacen que se eleve el número de componentes de la red. Los *puentes*, en cambio, son aquellos lazos que al removerlos hacen que el número de componentes de la red se incremente. En la red (a) de la figura 3 la eliminación del nodo {3} descompone a la red en dos componentes: {1,2} y {4,5,6}. Por lo tanto, el nodo {3} es un *punto de corte*. La red (b) tiene dos *puntos de corte*: el nodo {3} y el nodo {4}. Esta red, además, queda desconectada si se remueve el *vínculo* entre el nodo {3} y el nodo {4}. Dicho vínculo es lo que se denomina *puen-te*. Una red con *puntos de corte* o *puentes* es vulnerable a disrupciones en los flujos de recursos materiales y no materiales que circulan por la red.

Figura 3. Puntos de corte y puentes



Fuente: elaboración propia.

Otra medida importante es el *diámetro* de las redes. El *diámetro* es la máxima distancia entre cualesquiera dos nodos de una red. El *diámetro* de una red tiene un mínimo de 1 (si una red es completa), y un máximo de $N-1$ (o infinito en el caso de que se trate de una red no conectada). Cuando las redes tienen más de un *componente*, el cálculo del *diámetro* de la red se realiza para el *componente* más grande de la misma.

Además de la accesibilidad, otra caracterización de la red tiene que ver con la cantidad de vínculos que establece cada nodo de la red. Ello se denomina *grado*. El grado del nodo i puede variar desde 0 (i es un nodo aislado) a $N-1$ (i se vincula con todos los otros nodos de la red). El *grado* de un nodo es fácil de calcular. Solo requiere contar la cantidad de vínculos que el nodo posee. El *grado promedio* de una red indica cuán conectados en promedio están los nodos de una red. Esta es una medida muy útil y frecuentemente utilizada para caracterizar una red estática y dinámicamente en el tiempo. Si se considera una red en la que los nodos son “países” y los vínculos son “flujos de comercio”, el aumento del *grado promedio* de la red entre dos momentos de tiempo indicará que, en promedio, cada país establece flujos de comercio con una mayor cantidad de otros países. Es decir, hay una intensificación del comercio internacional.

Otra medida vinculada es la *densidad* de la red. La densidad es la proporción de vínculos presentes sobre los posibles. En una red no dirigida con N nodos, la máxima cantidad posible de vínculos que pueden ocurrir son:

$$\frac{n(n-1)}{2}$$

Una red completa, en la que todos los posibles vínculos están presentes, tiene una *densidad* igual a 1.

El *coeficiente de agrupamiento* de una red g indica cuán conectados están los nodos que la componen.⁵ Si i tiene un lazo con j y otro lazo con k , el *grado de agrupamiento* mide si k y j están, a su vez, conectados entre ellos. Por lo tanto, el *coeficiente de agrupamiento* de un nodo i es la cantidad de veces que ocurre que sus vínculos están conectados entre ellos (es decir, “que tan amigos son los amigos de i entre sí”). El cálculo del *coeficiente de agrupamiento* del nodo i consiste en medir todos los pares de nodos que están conectados directamente con i , y luego calcular cuántos de estos están además conectados entre sí. A partir de los coeficientes

5 Esta característica se conoce también como “transitividad”, “cliquishness” y “clustering”.

de agrupamiento para cada nodo de la red se puede calcular el *grado de agrupamiento* promedio de la red:

$$c = \frac{1}{N} \sum_i \sum_{(j,l \in \Gamma_i)} \frac{X(j,l)}{\|\Gamma_i\| (\|\Gamma_i\| - 1)/2}$$

Donde $X(j,k) = 1$ si $j \in \Gamma_i$, y caso contrario, son los nodos directamente conectados a i , y $\|\Gamma_i\|$ es la cantidad de nodos directamente conectados a i .

Las medidas de red descritas en esta sección se utilizarán en las secciones siguientes para caracterizar las estructuras de las redes.

Las estructuras de las redes y los procesos de innovación

Las redes, entendidas como conjunto de actores y relaciones, pueden adoptar distintas estructuras según cómo se establezcan los lazos entre los actores. Quién se conecta con quién puede tener implicancias tanto para la acción individual (e.g. la capacidad de innovación de una empresa) como para la distribución de recursos dentro de la red (e.g. la difusión de conocimiento en una industria).

Dyer y Nobeoka (2000) observaron que la mayor productividad de las automotrices japonesas con respecto a sus pares americanas se explicaba por la estructura de los vínculos entre las automotrices y sus proveedores. En el caso americano se establecía una red de tipo jerárquica entre las automotrices y las empresas proveedoras: cada proveedor tenía lazos directos con la automotriz, pero solo se comunicaba de manera indirecta con otros proveedores (a través de la automotriz). En cambio, en el caso japonés los proveedores no solo se comunicaban directamente con la empresa automotriz sino que también se vinculaban de manera directa entre sí. Esta última estructura de relaciones, a diferencia de la estructura jerárquica, facilita la difusión de conocimiento y *know-how* entre todos los agentes de la red, lo que redundaría en una mejor performance.

El ejemplo anterior apunta a demostrar que caracterizar la estructura de las redes es clave para entender su funcionamiento. En el caso de las redes eléctricas, la estructura que adopte la red explicará su robustez relativa y su capacidad de transmisión de energía. En términos generales, no hay estructuras buenas o malas *per se*. Cuando se trata de la difusión de una enfermedad, por ejemplo, cuanto menos conectada esté la red, más beneficioso será para evitar la dispersión de la enfermedad en la población. En este apartado analizaremos las características de distin-

tas estructuras de red en función de las ventajas y desventajas que estas proporcionan para favorecer procesos de innovación.

Las redes complejas o redes no regulares⁶ que se analizarán son la red aleatoria⁷, la red de “mundo pequeño” y la red denominada “libre de escala”. La elección de estas estructuras de red está relacionada con su relevancia empírica y teórica dentro de la literatura de redes. Cada estructura se analizará separadamente, así como se estudiarán sus ventajas y desventajas para promover procesos innovativos. En el análisis y comparación de las estructuras de redes se utilizarán dos medidas de red: el “coeficiente de agrupamiento” de la red y la “distancia promedio entre los nodos”.

Redes aleatorias

En una red aleatoria⁸ cualquier actor de la red puede estar conectado con cualquier otro actor de la red independientemente de la distancia (física, social, cognitiva) que exista entre ellos. Es decir, la probabilidad de que exista un lazo entre cualquier par de nodos p , $0 < p < 1$, es uniforme e independiente de los lazos existentes.⁹

Una red aleatoria puede caracterizarse como una red con bajo *coeficiente de agrupamiento* y baja *distancia promedio* entre los nodos. El bajo *coeficiente de agrupamiento* resulta del hecho de que cualquier actor tiene una probabilidad constante p de relacionarse con cualquier otro actor

⁶ En términos de la teoría de redes se llama redes complejas a aquellas redes que no tienen una estructura regular. Las redes con estructura regular son aquellas en las que todos los nodos de la red tienen el mismo grado.

⁷ Los economistas han utilizado estos modelos para estudiar fenómenos tales como la formación de coaliciones entre empresas (Kirman, 1983; Ionnides, 1990), la difusión de tecnología (Steiner y Zimmermann, 1998) y los procesos de aprendizaje (Ellison, 1993; Cowan 2004).

⁸ El estudio de las redes aleatorias dominó la escena hasta 1960 (Erdős y Rényi, 1961).

⁹ Si la cantidad de nodos de una red es suficientemente grande y p es suficientemente pequeño, la distribución del *grado* de los nodos seguiría una distribución de tipo *Poisson*. Una red con ese tipo de distribución se caracteriza por que todos los nodos tienen “en promedio” el mismo grado. Por ejemplo, se trataría de redes en las que, en promedio, todas las personas tienen la misma cantidad de amigos, todos los autores reciben la misma cantidad de citas, todas las páginas web se visitan la misma cantidad de veces, etcétera. Sin embargo, en la práctica, las redes con distribución de tipo *Poisson* son raras observadas. Hay personas más sociables que otras, autores más citados que otros y páginas web mucho más consultadas que otras. En una red generalmente existe una distribución más bien desigual de vínculos entre los actores.

de la red. Es decir, “la probabilidad de que mis amigos sean amigos entre ellos” es igual a la “probabilidad de que mis amigos sean amigos de cualquier actor de la red”. Además, en una red aleatoria la *distancia promedio* entre los nodos también es muy baja. Cualquier agente puede transferir conocimiento o recursos a cualquier otro de la red, independientemente de sus ubicaciones respectivas, la distancia que exista entre ellos o sus propias características.

Ambas propiedades impactan en la creación y difusión de conocimiento de manera diferente. Si consideramos que la creación de conocimiento se beneficia por la aglomeración y la cercanía (geográfica, social, cognitiva) entre actores, una red aleatoria es poco beneficiosa. Sin embargo, como en una red aleatoria cualquier actor puede estar conectado con cualquier otro, independientemente de sus características o localización, el conocimiento se difunde rápidamente entre los distintos miembros de la red. Esto último reduce las posibilidades de que se produzcan, por ejemplo, situaciones de *lock-in* tecnológico.

La red de tipo aleatorio es poco observada en la práctica. Sin embargo, es una conceptualización teórica que se utiliza como referencia para contrastar las características de otro tipo de redes más frecuentemente observadas como la red de “mundo pequeño” o la red “libre de escala”.

Red de “mundo pequeño”

La red de “mundo pequeño” se caracteriza por poseer una cantidad relativamente grande de nodos (N), ser poco densa en el sentido de que cada nodo se conecta con k otros nodos, pero k es infinitamente más pequeño que N , no poseer un nodo (o un conjunto de nodos) dominante y tener alto *grado de agrupamiento*.

Una sociedad con la estructura de una red de “mundo pequeño” es una sociedad en la que ocurre muy frecuentemente que “mis amigos son amigos entre ellos”, pero también en la que cada persona establece vínculos con otras personas que no pertenecen a su círculo íntimo. Es decir, es una sociedad en la que cada persona tiene muchos amigos (que a su vez son amigos entre ellos) y algunos conocidos. Esos conocidos son los que permiten unir la red, estableciendo uniones entre grupos de amigos.

Granovetter (1973) descubrió el valor de los lazos con “conocidos”. Es decir, “la fortaleza de los lazos débiles”. En una investigación acerca de cómo las personas consiguen trabajo, Granovetter encontró que las

personas no consiguen trabajo a través de sus lazos fuertes, es decir, a través de aquellas personas con las cuales tienen vínculos más cercanos o ven más frecuentemente (por ejemplo, personas que pertenecen a su grupo de amigos o familia). Por el contrario, y en principio sorprendentemente, las personas consiguen trabajo a través de sus lazos débiles. Es decir, a través de aquellas personas con las cuales no tienen una relación estrecha y generalmente ven esporádicamente (por ejemplo, excompañeros de trabajo, conocidos, etcétera). El valor de los lazos débiles reside en que estos permiten acceder a recursos que son difíciles de adquirir de los lazos fuertes ya que, muy probablemente, nuestros amigos tengan poco para ayudarnos a conseguir trabajo si poseen la misma información que poseemos nosotros. Por lo tanto, en una sociedad como la de “mundo pequeño” compuesta por grupos de nodos que se comunican entre sí por lazos débiles, estos últimos no solo acortan la distancia social entre las personas sin que son los que permiten que los recursos (i.e. información) circulen por la red.

El nombre “mundo pequeño” se debe al experimento con el mismo nombre realizado por Milgram (1967) en Estados Unidos (experimento también conocido como los “seis grados de separación”). Milgram descubrió que cada ciudadano estadounidense se encuentra, en promedio, a una distancia social de seis pasos de cualquier otro.¹⁰ Este resultado mostró que en redes grandes (como es el caso de la población de Estados Unidos), si bien los individuos tienen una red de contactos relativamente clusterizada (“mis amigos son amigos entre ellos”), cada individuo tiene lazos con otros fuera de su círculo cercano. Este último tipo de vínculos permite reducir fuertemente la distancia social entre dos nodos cualesquiera, sin que el *coeficiente de agrupamiento promedio* de la red se vea afectado significativamente.

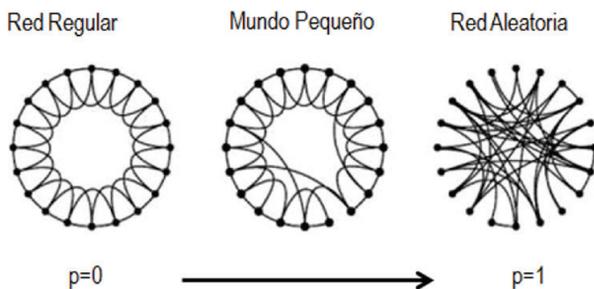
Distintos trabajos empíricos han señalado que un número importante de redes reales sigue la estructura de las redes de “mundo pequeño”, como, por ejemplo, la red de actores de Hollywood¹¹ (Watts y Strogatz, 1998), la red de alianzas estratégicas entre empresas (Verspagen y Duysters, 2004) o la red de coautorías de trabajos científicos (Barbási, 2002).

¹⁰ Korte y Milgram (1970) presentaron resultados similares para personas en diferentes grupos raciales.

¹¹ La red de actores de Hollywood es tal que cada actor es un nodo, y un lazo entre dos actores indica que han trabajado juntos en una misma película. Watts y Strogatz (1998) encontraron que cada actor se halla a una distancia promedio de 3,7 de cualquier otro actor de Hollywood.

Watts y Strogatz (1998) desarrollan un modelo en el que generan una estructura de red de tipo de “mundo pequeño” de manera relativamente sencilla.¹² Los autores parten de una estructura regular en forma de anillo con n vértices y k lazos por vértice (representada en la red regular de la figura 4). Luego, definen la probabilidad p (el único parámetro del modelo) de que cada lazo de la red sea redireccionado a otro agente elegido aleatoriamente. Empezando por el vértice 1, y en sentido de las agujas del reloj, existe una probabilidad $(1 - p)$ de que una de sus conexiones (la establecida con el nodo más cercano) sea redistribuida, y la probabilidad de que se mantenga como se encuentra. El proceso continúa considerando una conexión por vértice y repitiendo el proceso hasta que todas las conexiones hayan sido examinadas al menos una vez (evitando considerar más de una vez cada conexión). Los cambios en p permiten modificar la estructura de la red desde una estructura completamente regular a una completamente aleatoria (ver figura 4). Cuando $p = 0$, ningún lazo es redireccionado y la estructura de la red se mantiene como una estructura regular estable. En cambio, cuando $p = 1$, todos los lazos son redireccionados y la estructura de la red se convierte en totalmente aleatoria (representada por la red aleatoria en la figura 4). Watts y Strogatz (1998) exploran la región de mundo pequeño en la que $0 < p < 1$.

Figura 4. Transición de una estructura de red regular a una aleatoria, dependiendo del valor del parámetro p



Fuente: Watts y Strogatz, 1998.

¹² El modelo de Watts y Strogatz (1998) es el más reconocido por la literatura; sin embargo, el primer abordaje de tipo teórico del fenómeno de “mundo pequeño” fue realizado por Pool y Kochen (1978).

Cada estructura representada en la figura 4 tiene un *coeficiente de agrupamiento* y una *distancia promedio* entre los nodos diferente. Cuando $p = 1$ emerge la red aleatoria que, como se analizó anteriormente, tiene un *coeficiente de agrupamiento* y una *distancia promedio* entre nodos relativamente baja. Por el contrario, la red regular ($p = 0$) es una red altamente clusterizada en la que cada nodo se conecta con sus “vecinos” cercanos y sus “vecinos” se conectan entre sí (tiene un alto *coeficiente de agrupamiento*). Sin embargo, en esta red cada nodo está cerca de sus vecinos, pero relativamente lejos de aquellos nodos que no se encuentran en su “vecindad”. Ello genera que una red regular tenga la propiedad de poseer una *distancia promedio* entre nodos relativamente grande.

Con respecto a la creación y difusión de conocimiento, la red regular y la red aleatoria proveen ventajas opuestas. La red aleatoria es más favorable para la difusión de conocimiento (dada la baja *distancia promedio* entre nodos) mientras que el alto *coeficiente de agrupamiento* de la red regular favorecería procesos de creación de conocimiento.

Partiendo de una estructura regular, a medida que p se incrementa, el *coeficiente de agrupamiento* se reduce así como también la *distancia* media entre los vértices. Para valores de p entre 0,01 y 0,1 se observa un alto nivel en el *coeficiente de agrupamiento* (o “clusterización”) así como una baja *distancia* promedio (similar a la de una red completamente aleatoria). En ese espacio paramétrico se encuentra la estructura de red que tiene las características de “mundo pequeño”. Esta estructura tiene características que favorecen la creación y la difusión de conocimiento simultáneamente.

La red de alianzas estratégicas en varias industrias (i.e. TIC, biotecnología, química) adopta la forma de “mundo pequeño” (Powell *et al.*, 2005; Baum *et al.*, 2003; Riccaboni y Pammolli, 2002; Ahuja, 2000; Verspagen y Duystes, 2004). Aunque las razones de la emergencia de dicha estructura no son *a priori* evidentes,¹³ gran parte de la literatura apela a explicaciones vinculadas con la creación de capital social (Coleman, 1988). Las redes de acuerdos de colaboración en I+D mostrarían altos niveles de agrupamiento debido a que las empresas prefieren cooperar repetidas veces con los mismos agentes (“incrustamiento relacional”) o cooperar con agentes con los cuales tienen contactos en común (“incrustamiento estructural”). Ambos tipos de “incrustamiento” contribuyen a generar capital social ya que mi-

13 El modelo desarrollado por Watts y Strogatz (1989) tiene la fortaleza de poder explicar el surgimiento de la estructura de red de “mundo pequeño” de manera relativamente sencilla. Sin embargo, este no brinda ninguna explicación de las razones por las cuales este tipo de redes emergen con frecuencia en la realidad.

nimizan las conductas oportunistas y permiten la creación de confianza entre los agentes que participan en la red. La creación de este tipo de capital social se considera especialmente importante cuando las colaboraciones son tecnológicas o están abocadas al desarrollo conjunto de tareas de I+D, ya que las empresas necesitan minimizar el riesgo que genera intercambiar conocimiento estratégico con otros agentes.¹⁴

Sin embargo, en las estructuras de “mundo pequeño” no solo hay clusterización sino que algunas empresas presentan además vínculos con agentes fuera de la “red local”. Este tipo de lazos se explica por los riesgos que una estructura excesivamente clusterizada ejerce sobre el acceso a nuevo conocimiento (Ahuja, 2000). La excesiva “clusterización” puede convertirse en especialmente problemática cuando las empresas que forman parte de la red se encuentran lejos de la frontera tecnológica. En esos casos, el establecimiento de vínculos con agentes fuera de la red local (con agentes con los cuales no se tiene vínculos previos, ni se está indirectamente conectado) puede permitir acceder a nuevo y diverso conocimiento, así como a recursos que permitan obtener una ventaja en el mercado o simplemente evitar un *lock-in* tecnológico (Burt, 1992).¹⁵ A diferencia de Coleman (1998), Burt (1992) señala que la existencia de “agujeros estructurales” en una red es una fuente de capital social. Un agujero estructural surge cuando los agentes con los cuales un nodo está conectado, no están conectados entre sí. El agente que se sitúa en un agujero estructural tendría una ventaja en términos de acceso y control de la información.¹⁶

Dejando de lado las explicaciones vinculadas al surgimiento de capital social, Cowan y Jonard (2008) desarrollaron un modelo que explica la formación de redes de “mundo pequeño” vinculada a la naturaleza de la innovación. El modelo recupera la evidencia empírica que señala que la distancia tecnológica entre los agentes es lo que define la probabilidad de una alianza y el éxito de una innovación conjunta.¹⁷

14 Las ideas de capital social de Coleman (1988) son respaldadas empíricamente en Koput *et al.* (1997) y Powell *et al.* (1996) para las redes en biotecnología, en la industria automotriz (Dyer y Nobeoka, 2000) y nuevos materiales (Gulati y Garigulo, 1999).

15 Dentro de la literatura de *clusters*, Breschi y Malerba (2001) resaltan la importancia de la “apertura” de los *clusters* para mantener su dinamismo productivo y tecnológico. Según estos autores, los *clusters* no deben concebirse como entidades cerradas y autocontenidas. Por el contrario, los vínculos extra-*cluster* deben analizarse como vehículos que permiten incrementar y sostener el propio dinamismo del *cluster* a nivel local (Bell y Albu, 1999).

16 El valor de los agujeros estructurales ha sido examinado empíricamente en varias industrias (Ahuja, 2000; Gargiulo y Bennassi, 2000; Baum *et al.*; 2003).

17 En la literatura sobre alianzas, una explicación relativamente establecida es que la creciente participación de las empresas en acuerdos de I+D se debe a que las empresas

En el modelo de Cowan y Jonard (2008), el conocimiento es simplemente modelado como W ideas o tecnologías. La red está conformada por firmas (nodos). Las firmas son heterogéneas con respecto a su base de conocimiento, de manera tal que cada empresa es descrita por un vector binario v de longitud W en el que si para el elemento z del vector v de la firma i el valor es 1, ello indica que la firma i posee el conocimiento z . En este modelo, la base de conocimiento inicial de cada firma se genera aleatoriamente, pero evoluciona a medida que las empresas establecen vínculos con otras empresas de la red. Los vínculos, que son colaboraciones de I+D, se establecen con el objetivo de innovar. A medida que una firma innova en colaboración (o no) con otras empresas, su conocimiento se expande (más elementos de su vector de conocimiento pasan de “ceros” a “unos”).

El conocimiento se modela como totalmente codificado, lo cual es una debilidad del modelo. Sin embargo, una de sus fortalezas es que incorpora la idea de *capacidad de absorción* (Cohen y Levinthal, 1989; 1990) en el proceso de difusión y adquisición del conocimiento. La similitud en la base de conocimiento de los actores que participan en una alianza determina la capacidad de cada uno de incorporar conocimiento del otro e innovar conjuntamente, lo que a su vez repercute positivamente en el valor de la alianza.

En este modelo, la emergencia de la estructura de red de “mundo pequeño” depende exclusivamente del conocimiento y la capacidad de aprendizaje de los agentes.¹⁸

Libre de escala

Además de la estructura de “mundo pequeño”, otra estructura no regular usualmente encontrada en la vida real son las redes llamadas “libres de

buscan “puertas afuera” aquellos conocimientos y competencias que no poseen “puertas adentro”. Particularmente, en el caso de industrias tecnológicamente más dinámicas, la creciente complejidad y extensión de la base de conocimiento necesaria para competir incentiva a las empresas a establecer alianzas con otros agentes a fin de acceder a nuevo conocimiento. Estas alianzas no se establecen entre cualesquiera dos firmas al azar, sino, fundamentalmente, entre aquellas firmas que comparten cierta base de conocimiento común pero que también tienen cierto conocimiento diferencial que justifica la colaboración (ver Ahuja y Katila, 2001; Gulati y Gargiulo, 1999; Duysters y Schoenmakers, 2006; Mowery *et al.*, 1996). Ello se llama también “distancia cognitiva” óptima (Nootboom, 1992; 2000).

18 Otros modelos han estudiado la creación de redes de “mundo pequeño” basadas en la distancia geográfica de los agentes (Johnson y Gilles, 2000; Jackson y Rogers, 2000; Carayol, 2009).

escala”. Este tipo de redes también son relativamente grandes (una gran cantidad de nodos) pero, a diferencia de la “red de mundo pequeño” o la red completamente aleatoria, se contempla la probabilidad de encontrar nodos con una conectividad muy superior al resto. Algunos ejemplos de este tipo de redes son la WWW (Albert y Barbási, 2002; Faloutsos *et al.*, 1999; Govindan y Tangmunarunkit, 2000; Yook *et al.*, 2001), la red de citas bibliográficas (Newman, 2001; Redner, 1998), las redes celulares (Jeong *et al.*, 2000), eléctricas o las redes aéreas. Por ejemplo, en el caso de las redes aéreas, hay una gran cantidad de aeropuertos en el mundo, pero solo un conjunto limitado de estos (los aeropuertos de las grandes capitales del mundo) tienen una frecuencia de vuelos muy superior al resto.

Este tipo de redes se denominan redes “libres de escala” porque la distribución de grado entre los nodos sigue una distribución de potencias. Es decir la probabilidad $P(k)$ de que un nodo esté conectado con otros nodos es proporcional a $P(k) \sim k^{-\gamma}$ donde el valor de γ varía según la red.¹⁹

La topología de la red “libre de escala” es explicada por dos factores causales fundamentales (Bárbasi y Albert, 1999): el crecimiento continuo de la red a partir del surgimiento de nuevos nodos y la tendencia de los nodos a vincularse con aquellos que están relativamente más conectados (“conexión preferencial”). En la formación de redes de “mundo pequeño” (Watts y Strogatz, 1998), o aleatoria, la cantidad de vértices de una red se mantiene fija. En esta última la probabilidad de cualesquiera dos vértices de conectarse es completamente aleatoria y uniforme para todos los vértices. Sin embargo, en las redes libres de escala, el crecimiento continuo de la red es particularmente considerado, así como la conexión preferencial. Los nuevos agentes prefieren establecer conexiones con aquellos que ya están relativamente más relacionados. Por lo tanto, los nodos más “antiguos” tienen mayor probabilidad de tener un *grado* superior al resto.

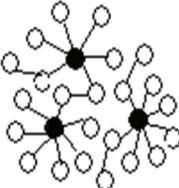
Tanto el crecimiento continuo de la red como la conexión preferencial se observa en muchas redes en el mundo real. Por ejemplo, en el caso de la red de citas bibliográficas, esta se acrecienta a medida que nuevos trabajos son publicados, y existe una alta probabilidad de que un nuevo documento cite un trabajo muy citado en la literatura.

¹⁹ Muchos ejemplos de redes de gran tamaño tienen en común que la distribución de la conectividad es libre de escala, siguiendo una ley exponencial para valores de k grandes con un exponente entre 2,1 y 4. Por ejemplo en el análisis de la web, en el cual cada sitio es considerado un nodo y los lazos son los vínculos que relacionan un documento con otro, la probabilidad de que sitios se relacionen con una cierta página sigue una distribución exponencial con (Bárbasi y Albert, 1999).

En las redes libres de escala el coeficiente de agrupamiento entre los nodos es relativamente bajo, pero la existencia de “grandes conectores” permite que la distancia promedio entre los agentes de la red se reduzca. Ello se traduce en una red más beneficiosa para la difusión del conocimiento que para los procesos de creación.

En el cuadro 1 se presenta una comparación entre los tres tipos de estructuras de red analizadas.

Cuadro 1. Redes complejas o no regulares: características

Características	Red aleatoria	Red de mundo pequeño	Red libre de escala
Descripción	Es una red en que la probabilidad de que exista un lazo entre cualquier par de nodos es p ($0 < p < 1$). La probabilidad p es uniforme e independiente de los lazos existentes.	Es una red con una cantidad relativamente grande de nodos (n); cada nodo se conecta con k otros nodos (pero k es mucho más pequeño que n); no hay un nodo (o un conjunto de nodos) dominante y existen altos niveles de agrupamiento.	Es una red con una cantidad relativamente grande de nodos, en la que la distribución de grado entre los nodos sigue una distribución de potencias. Pocos nodos tienen un grado elevado, muy superior al resto y muchos nodos tienen grado bajo
Grado de agrupamiento	BAJO	ALTO	BAJO
Distancia (geodésica) promedio entre los nodos	BAJO	BAJO	BAJO
Estructuras			
Creación y difusión de conocimiento	Ventajas para la difusión del conocimiento.	Ventajas para la creación y difusión de conocimiento.	Ventajas para la difusión de conocimiento.
Ejemplos		Alianzas estratégicas, redes sociales, red de actores de Hollywood	WWW, redes aéreas, red de citas bibliográficas

Fuente: elaboración propia.

Las estructuras de red y la difusión de conocimiento: algunas modelizaciones

En esta sección se presentan y analizan un conjunto de modelizaciones que estudian la relación entre la difusión de conocimiento y la estructura de las redes.²⁰ Estos modelos incorporan conceptos relevantes de las teorías de la innovación y el cambio tecnológico tales como la heterogeneidad de los agentes, la importancia de la cercanía geográfica para la transmisión de conocimiento tácito y el concepto de “capacidad de absorción” ya mencionado.

Los agentes (que, en estos modelos, representan generalmente firmas) son heterogéneos con respecto al conocimiento que poseen. Sin embargo, la base de conocimiento de cada agente no es estática sino que evoluciona a partir de que los agentes aprenden acerca de nuevo conocimiento. El aprendizaje está condicionado por la propia capacidad de absorción de los agentes y el conocimiento que pueden aprender de otros actores de la red con los cuales establecen vínculos.

En estos modelos, los vínculos entre los agentes transfieren conocimiento. El modelo de Cowan y Jonard (2004) representa una economía en la cual el conocimiento se intercambia a modo de trueque. Este modelo está inspirado en el mundo industrial, en particular en aquellas aglomeraciones industriales en las que el personal técnico de las empresas intercambia conocimiento entre sí de manera informal (Von Hippel, 1987). Otra forma de transmisión de conocimiento observada en la actividad industrial (Allen, 1983) y también típica del mundo académico es la transmisión unilateral (a modo de “obsequio” o “donación”) sin el requerimiento de retribución alguna.²¹ Morone y Taylor (2004, 2006) proponen modelos de difusión del conocimiento de este último tipo. Por otro lado, Cowan y Jonard (2007) presentan un modelo en el que combinan ambas formas de transferencia de conocimiento.

20 La modelización de las redes sociales es un campo fructífero y de creciente desarrollo dentro del campo económico. La literatura está fuertemente concentrada en estudiar cómo surgen las redes y qué arquitecturas de redes emergen cuando estas se crean a partir de la decisión descentralizada de agentes que persiguen su propio interés (Jackson y Wolinsky, 1996; Goyal y Joshi, 2003; Bala y Goyal, 2000 y Billy y Bravard, 2004). Gran parte del análisis de redes se basa en identificar qué estructuras de red son estables y eficientes. Es decir, si existe una red de equilibrio tal que los agentes han realizado todos los lazos convenientes y si la red de equilibrio es también una red que permite maximizar el bienestar social.

21 Allen (1983) observa este tipo de comportamiento entre empresas industriales, lo que denomina “inversión colectiva”.

Un aspecto interesante de estos modelos es la forma en que el conocimiento es modelado. Podemos identificar tres formas alternativas de representación de conocimiento codificado: vectores (Cowan y Jonard, 2004, 2007), números escalares (Morone y Taylor, 2004) y esquemas de árbol (Morone y Taylor, 2006). En los primeros dos casos, el conocimiento se modela como una acumulación o “pila” de hechos, ideas y tecnología. En el caso de que el conocimiento de cada agente sea representado por vectores, la incorporación de nuevos elementos no nulos al vector representa la adquisición de nuevo conocimiento. En el segundo caso, el conocimiento es un número escalar que crece a medida que el agente aprende nuevo conocimiento. Morone y Taylor (2006) critican la visión del conocimiento de tipo aditiva e incorporan las ideas de Ancori *et al.* (2000) acerca de que el aprendizaje tiene un carácter más de tipo combinatorio. En este modelo, el conocimiento que posee cada agente es representado por un esquema de árbol en el que cada vértice es un tipo de conocimiento y cada conexión representa el conocimiento que se conoce y se sabe utilizar. Como el conocimiento demanda conocimiento previo para ser utilizado, para activar cada nuevo nodo en el árbol, este tiene que estar conectado a otros nodos previamente activados.

El carácter tácito del conocimiento es más dificultoso de modelar. Una manera de aproximar esta idea es a través de la incorporación de la importancia de la cercanía geográfica (de la difusión “cara a cara”) para transmitir conocimiento. En los modelos de Cowan y Jonard (2004) y Morone y Taylor (2004, 2006) los actores se ubican en distintas posiciones dentro de una red de manera tal que los agentes que se encuentran más próximos en la red, también se encontrarían más próximos en un sentido geográfico. En estos modelos, cada agente solo puede intercambiar conocimiento de manera directa con aquellos otros agentes con los cuales está próximo no solo en términos geográficos sino cognitivos. En el modelo de Morone y Taylor (2006) la introducción de una red cibernética que conecta a los agentes independientemente de su ubicación en la red (solo es necesario pertenecer a la red ciberéntica para estar comunicarse) aliviana la restricción de la espacialidad impuesta en los intercambios. En la primera parte de esta sección se describen brevemente estos modelos. Luego, se desarrolla el modelo de Cowan y Jonard (2007) que analiza los tipos de estructuras de red que son más beneficiosas según los niveles iniciales de conocimiento y la distancia con la frontera tecnológica que exista en una industria.

La difusión de conocimiento “cara a cara” y las estructuras de red²²

El modelo de Cowan y Jonard (2004) estudia cómo la estructura de “mundo pequeño” afecta la difusión de conocimiento en un mundo en el que el conocimiento se “trueca” y el intercambio se lleva a cabo cara a cara. Particularmente el modelo se inspira en una forma de intercambio de conocimiento observada por Von Hippel (1987): la transmisión de conocimiento a partir de encuentros informales entre personal técnico de las empresas en una actividad determinada. Este tipo de intercambio conlleva la regla implícita de que los agentes deben compartir su propio conocimiento para recibir conocimiento de otros. Existen sanciones sociales implícitas para aquellos que se consideren *free-riders*.²³

En el modelo presentado por Cowan y Jonard (2004) los agentes son heterogéneos con respecto a su base de conocimiento inicial, la cual evoluciona a medida que estos intercambian conocimiento con otros agentes. El conocimiento poseído por cada agente es representado como un vector en el cual cada elemento es un tipo de conocimiento distinto. Cada agente tiene distinta cantidad de conocimiento para cada tipo de conocimiento considerado.

Los nodos de la red están ubicados en un círculo en el que cada vértice está solo conectado a k agentes situados geográficamente próximos. Progresivamente, el orden inicial es trastornado siguiendo el procedimiento utilizado por Watts y Strogatz (1998). Empezando por el vértice 1, y en sentido de las agujas del reloj, existe una probabilidad de que una de sus conexiones (la establecida con el nodo más cercano) sea redistribuida y

²² Un antecedente de estos modelos puede encontrarse en la literatura de aprendizaje en juegos (ver, entre otros, Ellison, 1993; Goyal, 1996; Watts, 2001; Kandori *et al.*, 1993; Yerlino *et al.*, 1996; Bala y Goyal, 1998). En estos modelos, una cantidad finita de individuos deciden una acción a seguir, de un conjunto de acciones posibles. Se consideran estructuras de interacción en las que cada miembro de la población está conectado con un conjunto de otros agentes, los que se transforman en su grupo de referencia o “sus vecinos”. Los agentes siguen reglas de comportamiento o aprendizaje de manera tal que toman decisiones según su experiencia pasada y/o las decisiones de aquellos individuos que son su “grupo de referencia”. Además, en estos modelos, los agentes no se consideran racionales ni con información perfecta, por lo que no pueden anticipar ni saber la decisión de los otros ni los posibles resultados de cada decisión. Los agentes actúan de manera miope, tomando decisiones en cada momento, sin considerar las consecuencias de largo plazo de sus decisiones. Estos modelos estudian las condiciones en que el comportamiento de los agentes lleva a una situación de convergencia en la que todos los actores poseen el mismo tipo de conocimiento.

²³ Evidencia más moderna del intercambio informal de conocimiento entre empresas puede encontrarse en la estructura de proveedores de Toyota (Dyer y Nonaka, 2000).

la probabilidad $(1 - p)$ de que se mantenga como se encuentra. El proceso continúa y considera una conexión por nodo, repitiendo el proceso hasta que todas las conexiones hayan sido examinadas al menos una vez.

En este modelo, la estructura impone una restricción a los intercambios: solo agentes separados por un vínculo pueden interactuar. Cuando dos agentes i y j se encuentran, intercambian conocimiento si y solo si i tiene un conocimiento superior a j de un tipo, mientras que j tiene un conocimiento superior a i de otro tipo. Es decir, i y j hacen todos los intercambios mutuamente ventajosos posibles. Una debilidad de este modelo, desde el punto de vista evolucionista, es el supuesto de la información perfecta.

La estructura que adopta la red afecta el proceso de difusión de conocimiento. Cuando la red posee una estructura de “mundo pequeño” (dado el valor de p) se observa el mayor grado de difusión del conocimiento. Este resultado corrobora la idea de que redes demasiado “clusterizadas” (en el extremo con $p = 0$, las redes regulares) pueden no ser las mejores estructuras para permitir la difusión del conocimiento y fomentar procesos innovativos.

Morone y Taylor (2004) también estudian la difusión de conocimiento cuando este se difunde “cara a cara”. A diferencia del modelo anterior, en este caso los nodos y las conexiones se ubican en una grilla, y el conocimiento se comparte con terceros sin necesidad de intercambio o retribución alguna.²⁴ En el modelo hay n agentes a los que se les asigna aleatoriamente una posición en una cuadrícula. No todas las celdas de la cuadrícula son ocupadas por agentes, y cada una está ocupada solo por un agente. Cada agente es heterogéneo con respecto al conocimiento que posee, representado por un número escalar k .

Inicialmente la red social es creada conectando cada agente con los agentes localizados en su “vecindad”. La vecindad es la región de la cuadrícula que incluye las celdas adyacentes en las cuatro direcciones cardinales, dentro del espectro de visibilidad del agente (la cual es determinada exógenamente por un parámetro del modelo). Como los agentes pueden interactuar solo mediante interacciones “cara a cara”, los vecinos inmediatos son los primeros agentes con los que se interactúa. Luego, a medida que sus vecinos “presentan” a sus propios vecinos, el círculo de contactos de los agentes se va expandiendo. Cada interacción entre dos

²⁴ Tal es el caso de la creación de software libre o la difusión de conocimiento en el mundo académico.

agentes permite al agente enriquecer su conocimiento y potencialmente conocer nuevos agentes. De esta manera la red y las conexiones de cada nodo se van expandiendo. Ello introduce un elemento dinámico en la topología de la red.

En este modelo, la ganancia de la conexión depende de la distancia en el nivel de conocimiento entre los agentes. Una distancia en términos de conocimiento “ni muy grande ni muy chica” genera las interacciones más valiosas.²⁵ Los agentes van desarrollando una preferencia por conectarse con aquellos con quienes han tenido las experiencias pasadas más valiosas. Por lo que se produce un “incrustamiento relacional” de los agentes en la red.

A diferencia de Cowan y Jonard (1999), en este caso, los niveles iniciales de conocimiento de los agentes son más relevantes que la estructura de la red para explicar la difusión del conocimiento y la convergencia de los actores a similares niveles de conocimiento. Cuando la brecha inicial en los niveles de conocimiento de los agentes es muy grande, aunque estos vivan en un “mundo pequeño”, no se producirá la convergencia de todos los agentes en los niveles de conocimiento superiores. Algunos agentes llegarán a poseer el mayor nivel de conocimiento posible mientras que otros (los que inicialmente tienen menos conocimiento) quedarán atrapados en niveles de conocimiento bajos. Solo cuando algunas barreras para el establecimiento de vínculos han sido previamente removidas, las estructuras de red de tipo “mundo pequeño” pueden facilitar el proceso de difusión y *catching up* de los más rezagados.

Morone y Taylor (2006) introducen dos modificaciones en su modelo de 2004: logran una mayor complejidad en la representación del conocimiento y alivian la restricción impuesta por la estructura local para determinar los intercambios. En términos de la representación del conocimiento, el conocimiento de cada agente es representado por un esquema de árbol en el que cada vértice es un tipo de conocimiento y cada conexión representa el conocimiento que se conoce y se sabe utilizar. En este modelo, además de imponerse una red de tipo local en la que cada

25 Conceptualizaciones teóricas (Nooteboom, 1992 y 1999) y empíricas (Ahuja y Katila, 2001; Gulati y Gargiulo, 1999; Duysters y Schoenmakers, 2006; Mowery *et al.*, 1996) analizan la relación entre el conocimiento de las firmas y el éxito de la colaboración entre las firmas con el fin de innovar. Se propone la idea de que hay una relación con forma de U invertida entre la distancia “cognitiva” o de las bases de conocimiento de los agentes y la probabilidad de innovar (o la probabilidad de que la alianza de I+D se conforme con esos fines).

agente se relaciona con sus vecinos (o los vecinos de los vecinos), se define una estructura de “cyber-red”. Esta estructura de comunicación no obedece a dimensiones espaciales y solo conecta a los agentes que tienen acceso a esa plataforma. Cada agente tiene una lista inicial de contactos en la red local y en la cyber-red.

Los resultados también arrojan, al igual que en Morone y Taylor (2004), que la presencia de una estructura de red de “mundo pequeño” no afecta las cuestiones distributivas del flujo de conocimiento. La presencia de esta estructura de red se observa tanto cuando los intercambios de conocimiento llevan a que los agentes tengan similares niveles de conocimiento (hay convergencia) o muy distintos niveles de conocimiento (no hay convergencia).

Direccionalidad del flujo de conocimiento y estructuras de red

En este apartado se presenta el modelo de Cowan y Jonard (2007). Este modelo permite identificar tipos de estructuras de red que son más favorables a la difusión del conocimiento según los niveles iniciales de conocimiento de los agentes. A diferencia de los modelos anteriores, no imponen una restricción de cercanía geográfica o de espacialidad para los intercambios. Además, combinan las formas de transmisión de conocimiento analizadas separadamente por los modelos anteriores: el intercambio de conocimiento y su transmisión unilateral (sin requerir retribución).

En el modelo hay una cantidad fija de agentes (empresas). Cada agente es distinto de los demás no solo por el conocimiento que posee sino también por su función de producción. La función de producción es *à la Leontieff*, en la que los agentes demandan ciertos conocimientos para producir. Inicialmente, en $t = 0$, el conocimiento y la función de producción son asignadas de manera aleatoria a cada agente. Estos intentan producir con el conocimiento que poseen. Cuando no lo poseen, lo intentan adquirir a través del vínculo con otros agentes. El agente i estará interesado en interactuar con el agente j , si j posee al menos una idea que i no tiene y que necesita para producir.²⁶ El conocimiento de cada agente se modifica a partir de la interacción entre estos.

²⁶ En este modelo el conocimiento es representado de manera codificada, lo cual constituye una debilidad.

El modelo plantea tres tipos de contextos industriales en los que el conocimiento fluye: en un extremo, todos los agentes intercambian conocimiento; en el otro extremo, todos los agentes obsequian unilateralmente conocimiento sin retribución, y el tercer contexto es una situación intermedia entre las anteriores. Se define el parámetro $0 \leq \alpha \leq 1$ que determina el porcentaje de agentes que obsequian conocimiento sin retribución.

El modelo evalúa la distribución de conocimiento para dos posibles condiciones iniciales: una en que inicialmente los agentes conocen muy poco del conocimiento existente y otra en que los agentes inicialmente conocen gran parte del conocimiento existente.

La estructura de la red más eficiente para la difusión de conocimiento depende fundamentalmente de los niveles y la distribución inicial del conocimiento. En un contexto tal que inicialmente todos los agentes tienen altos y similares niveles de conocimiento (como en una industria madura) establecer contactos fuera de la red local no reporta demasiados beneficios. En estos casos una red con altos niveles de aglomeración son suficientes para obtener buenos resultados. En cambio, en un contexto en que inicialmente cada agente conoce relativamente poco del universo de conocimiento posible (como en una industria nueva), el conocimiento suele estar disperso entre los distintos agentes de la red. En este tipo de contexto, una red con “agujeros estructurales” se torna eficiente, ya que cada firma debe adquirir nuevo conocimiento donde sea que este se ubique en la red.

Reflexiones finales

La teoría de redes es un marco conceptual crecientemente utilizado para estilizar conceptos de la teoría evolucionista y estudiar desde una óptica formal los procesos de creación y difusión de conocimiento. Sus herramientas (teóricas, estadísticas, gráficas y de simulación computacional) han sido utilizadas para entender la dinámica productiva, tecnológica y de innovación en distintas industrias. La teoría de redes puede tener un alto poder explicativo especialmente en las industrias cuya base de conocimiento se encuentra en permanente evolución y cuyas empresas participan frecuentemente de acuerdos de I+D o transferencias tecnológicas.

Los actores y sus vínculos forman redes cuyas estructuras pueden ser más o menos beneficiosas para promover la actividad innovativa. La idea fundamental es que las redes tienen propiedades y que estas tienen

consecuencias para alcanzar ciertos fines. Las estructuras de red con mayores grados de aglomeración son beneficiosas para la generación de confianza y la reducción de conductas oportunistas, lo que redundará en mayor circulación de conocimiento y posiblemente en mayor innovación. Pero una estructura de red demasiado aglomerada favorece la circulación e información redundante, y potencialmente puede reducir el acceso a información complementaria y relevante que acontece fuera de la red.

En términos de las dinámicas industriales, la forma que adoptan las estructuras de las redes de conocimiento en que participan las empresas y la posición de las empresas en esas redes tienen implicancias en el comportamiento y resultados tanto individual como agregado.

Un aspecto a resaltar es la incorporación de conceptos de la teoría de la innovación en la modelización de la conformación de redes de conocimiento y los mecanismos de aprendizaje y difusión de conocimiento. Los modelos presentados en este capítulo brindan conclusiones ambiguas con respecto a la importancia de la estructura de la red para la difusión del conocimiento. Mientras que Cowan y Jonard (2004) encuentran que la estructura de red de “mundo pequeño” es la más eficiente para la difusión de conocimiento (cuando este se difunde a modo de trueque), Morone y Taylor (2004 y 2006) consideran que otros factores más allá de la mera estructura de la red explican la convergencia de conocimiento entre los agentes (cuando este se obsequia unilateralmente). Por otro lado, Cowan y Jonard (2009) muestran que la estructura óptima de la red dependerá de las características de cada industria y de la distancia de las empresas respecto de la frontera del conocimiento. En el contexto de las industrias de alta tecnología, redes amplias y con conexiones diversas (locales y no locales) serían más beneficiosas para la innovación.

Por último, la interacción entre la teoría de la innovación y la teoría de redes está en permanente evolución, y en particular en lo referente a redes y conocimiento, existe un amplio campo de trabajo abierto para nuevos aportes.

Bibliografía

- Ahuja, G. (2000). “Collaboration Networks, Structural Holes and Innovation: A Longitudinal Study”. *Administrative Science Quarterly*, vol. 45, pp. 425-455.

- Ahuja, G. y Katila, R. (2001). "Technological Acquisitions and the Innovation Performance of Acquiring Firms: A Longitudinal Study". *Strategic Management Journal*, vol. 22, pp. 197-220
- Albert, R. y Barabási, A. L. (2002). "Statistical Mechanics of Complex Networks". *Rev. Modern Physics*, vol. 74, pp. 47-97.
- Allen, R. (1983). "Collective Invention". *Journal of Economic Behaviour y Organization*, vol. 4, pp. 1-24.
- Ancori, B.; Bureth, A. y Cohendet, P. (2000). "The Economics of Knowledge: the Debate about Codification and Tacit Knowledge". *Industrial and Corporate Change*, vol. 9, n° 2.
- Bae, J. y Gargiulo, M. (2004). "Partner Substitutibility, Alliance Network Structure and Firm Profitability in the Telecommunications Industry". *Academy of Management Journal*, vol. 47, n° 6, pp. 843-59.
- Bala, V. y Goya, S. (1998). "Learning from Neighbours". *Review of Economic Studies*, vol. 65, pp. 595-621.
- (2000). "A Noncooperative Model of Network Formation". *Econometrica*, vol. 68, n° 5, pp. 1181-1229.
- Baum, J. A.; Rowley, T. C.; Shipilov, A. V. y Chuang, T. (2005). "Dancing with Strangers: Aspiration Performance and the Search for Underwriting Syndicate Partners". *Administrative Science Quarterly*, vol. 50, n° 4, pp. 536-575.
- Barabási, A. L. (2002). *Linked. The New Science of Networks*. Cambridge: Perseus.
- Barabási A. L. y Albert, R. (1999). "Emergence of Scaling in Random Networks". *Science*, n° 286, pp. 509-512.
- Baum, J. A. C.; Shipilov, A. V. y Rowley, T. J. (2003). "Where Do Small Worlds Come From?". *Industrial y Corporate Change*, vol. 12, n° 4.
- Bell, M. y Albu, M. (1999). "Knowledge Systems and Technological Dynamism in Industrial Clusters in Developing Countries". *World Development*, vol. 27, n° 9, pp. 1715-1734
- Billy, P. y Bravard, C. (2004). "Non-cooperative Networks in Oligopolies". *International Journal of Industrial Organization*, vol. 22, n° 5, pp. 593-609.

- Burt, R. S. (1992). *Structural Holes: The Social Structure of Competition*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Carayol, N. y Roux, P. (2009). "Knowledge Flows and the Geography of Networks: A Strategic Model of Small World Formation". *Journal of Economic Behaviour and Organization*, vol. 71, n° 2, pp. 414-427.
- Cohen, W. M. y Levinthal, D. (1989). "Innovation and Learning: The Two Faces of R&D". *Economic Journal*, vol. 99, pp. 569-596.
- (1990). "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation". *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, n° 1, pp.128-152.
- Coleman, J. A. (1988). "Social Capital in the Creation of Human Capital". *The American Journal of Sociology*, vol. 94, pp. 95-120.
- Cowan, R. (2004). "Network Models of Innovation and Knowledge Diffusion", Working Paper UNU-MERIT, 16.
- Cowan, R. y Jonard, N. (2004). "Network Structure and the Diffusion of Knowledge". *Journal of Economic Dynamics & Control*, vol. 28, pp. 1557-1575.
- (2007). "Structural Holes, Innovation and the Distribution of Ideas". *J Econ Interac Coord*, vol. 2, pp. 93-110
- (2008). "If the Alliance Fits . . . : Innovation and Network Dynamics". Working Paper UNU-MERIT, 22.
- Duysters, G. y Schoenmakers, W. (2006). "Learning in Strategic Technology Alliances". *Technology Analysis & Strategic Management*, vol. 18, pp. 245-264
- Dyer, J. H. y Nobeoka, K. (2000). "Creating y Managing a High Performance Knowledge Sharing Network: the Toyota Case". *Strategic Management Journal*, vol. 21, pp. 345-367
- Eisenhardt, K. M. y Schoonhoven, C. B. (1996). "Resource-based View of Strategic Alliance Formation: Strategic and Social Effects in Entrepreneurial Firms". *Organizational Science*, vol. 7, pp. 136-150.
- Ellison, G. (1993). "Learning, Local Interaction and Coordination". *Econometrica*, vol. 61, n° 5, pp. 1047-1071.
- Erdős, P. y Rényi, A. (1961). "On the Strength of Connectedness of a Random Graph". *Acta Math. Acad. Sci. Hungar.*, vol. 12, pp. 261-267.

- Faloutsos, M.; Faloutsos, P. y Faloutsos, C. (1999). "On Power-Law Relationships of the Internet Topology". *Comput. Commun. Rev.*, vol. 29, pp. 251-262.
- Freeman, L. C. (2004). *The Development of Social Network Analysis: A Study in the Sociology of Science*. Vancouver: Empirical Press.
- Garcia-Pont, C. y Nohria, N. (2002). "Local versus Global Mimeticism: The Dynamics of Alliance Formation in the Automobile Industry". *Strategic Management Journal*, vol. 23, pp. 307-321.
- Giuliani, E. y Bell, M. (2005). "The Micro-Determinants of Meso-Level Learning and Innovation: Evidence from a Chilean Wine Cluster". *Research Policy*, vol. 34, n° 1, pp. 47-68.
- Govindan, R. y Tangmunarunkit, H. (2000). "Heuristics for Internet Map Discovery". Proceedings of IEEE INFOCOM 2000.
- Goyal, S. (1996). "Interaction Structure and Social Change". *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, vol. 152, n° 3, pp. 472-494.
- Goyal, S. y Joshi, S. (2003). "Networks of Collaboration in Oligopoly". *Games and Economic Behavior*, vol. 43, pp. 57-85.
- Granovetter, M. (1973). "The Strength of Weak Ties". *American Journal of Sociology*, vol. 78, pp. 1360-1380.
- (1974). *Getting a Job: A Study of Contacts and Careers*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- (1985). "Economic Action and Social Structure: The Problem of Embeddedness". *American Journal of Sociology*, vol. 3, 481-510.
- Gulati, R. (1995). "Does Familiarity Breed Trust? The Implications of Repeated Ties for Contractual Choice in Alliances". *Academy of Management Journal*, vol. 38, pp. 85-112.
- (1998). "Alliances and Networks". *Strategic Management Journal*, vol. 19, pp. 293-317.
- Gulati R. y Gargiulo, M. (1999). "Where Do Inter-Organizational Networks Come from?". *American Journal of Sociology*, vol. 104, pp. 1439-1493.
- Hagedoorn, J. (1992). "Strategic Alliances in Information Technology among Firms in Western Industrialized Nations". En Peters, L.

- S. (comp.), *International Issues in the Management of Technology* (10) JAI Series on International Business and Finance.
- (2002). “Inter-firm R&D Partnerships: an Overview of Major Trends and Patterns Since 1960”. *Research Policy*, vol. 31, n° 4, pp. 477-492.
- Hagedoorn, J. y Van Kranenburg, H. (2003). “Growth Patterns in R&D Partnerships: an Exploratory Statistical Study”. *International Journal of Industrial Organization*, vol. 21, n° 4, pp. 517-531.
- Ioannides, Y. (1990). “Trading Uncertainty y Market Form”. *International Economic Review*, vol. 31, pp. 619-633.
- Ioannides, Y. y Datcher Loury, L. (2004). “Job Information Networks, Neighborhood Effects and Inequality”. *Journal of Economic Literature*, vol. 42, n° 4, pp. 1056-1093.
- Jackson M. O. (2008). *Social y Economic Networks*. Princeton: Princeton University Press.
- Jackson, M. O. y Wolinsky, A. (1996). “A Strategic Model of Social and Economic Networks”. *Journal of Economic Theory*, vol. 71, pp. 44-74.
- Jackson M. O. y Rogers, B. (2005). “The Economics of Small Worlds”. *Journal of the European Economic Association*, vol. 3, n° 2-3, pp. 617-627.
- Jeong, H.; Tombor, B.; Albert, R. Z.; Oltvai, N. y Barabási, A. L. (2000). “The Large-Scale Organization of Metabolic Networks”. *Nature*, vol. 407, pp. 651-654.
- Johnson, C. y Gilles, R. P. (2000). “Spatial Social Networks”. *Review of Economic Design*, vol. 5, pp. 273-299.
- Kandori, M.; Mailath, G. J. y Rob, R. (1993). “Learning, Mutation, and Long Run Equilibria in Games”. *Econometrica*, vol. 61, pp. 29-56.
- Koput, K. W.; Smith-Doerr, L. y Powell, W. W. (1997). “Learning and Industry Structure: The Evolution of Networks in Biotechnology”. *Advances in Strategic Management Research*, pp. 229-254. Greenwich: JAI Press.
- Korte, C. y Milgram, S. (1970). “Acquaintance Network between Racial Groups”. *Journal of Personality and Psychology*, vol. 15, pp. 101-108.
- Lozares, C. (1996). “La teoría de las redes sociales”. *Papers*, n° 48, pp. 103-126.

- Milgram, S. (1967). "The Small World Problem". *Psychology Today*, n° 2, pp. 60-67.
- Morone P. y Taylor R. (2004). "Knowledge Diffusion Dynamics and Network Properties of Face-to-Face Interactions". *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 14, pp. 327-351.
- (2006). "Knowledge Diffusion with Complex Cognition". En Pyka, A. y Hanusch, H. (comps.), *Applied Evolutionary Economics and the Knowledge-Based Economy*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Mowery, D. C.; Oxley, J. E. y Silverman, B. S. (1996). "Strategic Alliances and Interfirm Knowledge Transfer" *Strategic Management Journal*, vol. 17, pp. 77-91.
- Mowery, D. C.; Oxley, J. E. y Silverman, B. S. (1998). "Technological Overlap and Inter-firm Cooperation: Implications for the Resource-based View of the Firm". *Research Policy*, vol. 27, pp. 507-523.
- Nooteboom, B. (1992). "Towards a Dynamic Theory of Transactions". *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 2, pp. 281-99.
- (1999). *Inter-Firm Alliances: Analysis and Design*. Londres: Routledge.
- (2000). *Learning and Innovation in Organizations and Economies*. Oxford: Oxford University Press.
- Newman, M. (2001). "The Structure of Scientific Collaboration Networks". *Proc. Nat. Acad. Sci.*, n° 98, pp. 404-409.
- Owen-Smith, J. y Powell, W. W. (2004). "Knowledge Networks as Channels and Conduits: The Effects of Spillovers in the Boston Biotechnology Community". *Organization Science*, vol. 15, n° 1, pp. 5-21.
- Piore, M. J. y Sabel, C. F. (1984). *The Second Industrial Divide: Possibilities for Prosperity*. Nueva York: Basic Books.
- Pool, I. y Kochen, M. (1978). "Contacts and Influence". *Social Networks*, vol. 1, pp. 1-48.
- Powell, W. W.; Koput, K. W. y Smith-Doerr, L. (1996). "Inter-Organizational Collaboration and the Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology". *Administrative Science Quarterly*, vol. 41, pp. 116-145.
- Powell, W.W.; White, D. R.; Koput, K. W. y Owen-Smith, J. (2005). "Network Dynamics and Field Evolution: The Growth of Inter-organiza-

- tional Collaboration in the Life Science”. *American Journal of Sociology*, vol. 110, pp. 1132-1205.
- Rabelotti, R. (1995). “External economies and cooperation in industrial districts: A comparison of Italy y Mexico”. Tesis doctoral, IDS, University of Sussex.
- Redner, S. (1998). “How Popular Is your Paper? An Empirical Study of the Citation Distribution”. *The European Physical Journal B*, vol. 4, pp. 131.
- Riccaboni, M. y Pammolli, F. (2002). “On Firm Growth in Networks”. *Research Policy*, vol. 31, n° 89, pp. 1405-1416.
- Rowley, T.; Behrens, D. y Krackhardt, D. (2000). “Redundant Governance Structures: An Analysis of Structural and Relational Embeddedness in the Steel and Semiconductor Industries”. *Strategic Management Journal*, vol. 21, n° 3, pp. 369-386.
- Saxenian, A. (1991). “The Origins and Dynamics of Production Networks in Silicon Valley”. *Research Policy*, vol. 20, pp. 423-437.
- (1994). *Regional Advantage: Culture y Competition in Silicon Valley and Route 128*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Scott, J. (1991). *Social Network Analysis*. Londres: Sage.
- Steyer, A. Z. y Zimmermann, J. (1998). “Learning Induced Criticality in Consumer’s Adoption Pattern: a Neural Network Approach”. *Economics of Innovations and New Technology*, vol. 6, n° 1, pp. 73-90.
- Strogatz, S. (2001). “Exploring Complex Networks”. *Nature*, vol. 410, pp. 268-276.
- Stuart, T. E (1998). “Network Positions and Propensities to Collaborate: An Investigation of Strategic Alliance Formation in a High Technology Industry”. *Administrative Science Quarterly*, vol. 43, n° 3, pp. 668-698.
- Uzzi, B. (1997). “Social Structure y Competition in Inter-firm Networks: The Paradox of Embeddedness”. *Academy of Management Journal*, vol. 42, n° 1, pp. 35-67.
- Verspagen, B. y Duysters, G. (2004). “The Small Worlds of Strategic Technology Alliances”. *Technovation*, vol. 24, n° 7, pp. 563-571.

- Von Hippel, E. (1987). "Cooperation between Rivals: Informal Know-How Trading". *Research Policy*, vol. 16, pp. 291-302.
- Wasserman, S. y Faust, K. (1994.) *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Watts, A. (2001). "A dynamic model of network formation" *Games and Economic Behaviours* 34: 331-341.
- Watts, D. J. (1999). "Networks, Dynamics, and the Small-World Phenomenon". *The American Journal of Sociology*, vol. 105, n° 2, pp. 493-527.
- Watts, D. y Strogatz, S. (1998). "Collective Dynamics of 'Small-World' Networks". *Nature*, vol. 393, pp. 440-442.
- Yerlini, L. y Ianni, A. (1996). "Path Dependence and Learning from Neighbours". *Games and Economic Behavior*, vol. 13, pp. 141-177.
- Yook, S.; Jeong, H. y Barabási, A. L. (2002). "Non-cooperative Networks in Oligopolies". Disponible en: <https://doi.org/10.1073/pnas.172501399preprint cond-mat/0107417>.

Capítulo 20

Interacciones sociales. Una aproximación formal a las dinámicas evolutivas de aprendizaje basadas en *feedbacks*

Verónica Robert

Introducción

La heterogeneidad del desempeño productivo en las firmas y la divergencia en la performance productiva de sistemas productivos y de innovación locales constituyen dos rasgos comunes de las estructuras productivas capitalistas. Con independencia de su nivel de desarrollo relativo, dentro de una economía subsisten sectores, regiones y firmas con performances productivas muy inferiores al promedio y otras que consistentemente logran un mejor desempeño relativo. Sorprendentemente, las firmas de baja productividad no siempre son desplazadas del mercado por las de mayor productividad (Bottazzi *et al.*, 2010). Desde una perspectiva evolucionista, esta heterogeneidad no es simplemente una regularidad estadística sin interés teórico (Nelson, 1981; 1991) ni resulta de tomar una fotografía de un proceso dinámico de convergencia, sino que, por el contrario, es persistente y ocupa un lugar central en la dinámica evolutiva.

Existen espacios, a los que podríamos denominar genéricamente *sistemas*, en los que las interacciones tienden a reducir la heterogeneidad interorganizacional sin llegar nunca a reducirla por completo. Schumpeter (1978) describió el desenvolvimiento económico como un proceso en el que las firmas introducen innovaciones radicales o incrementales que luego serán difundidas a través de los procesos de competencia evo-

lutiva dentro de estos *sistemas*, lo que reproducirá la heterogeneidad a nivel global en un contexto de reducción de variedad a nivel local, aunque esta será continuamente regenerada. En este contexto la generación y la resolución de la variedad son las dos caras de la misma moneda evolutiva (Metcalfe *et al.*, 2006).

El enfoque de la complejidad ayuda a dar cuenta de estos dos rasgos salientes de los sistemas productivos: heterogeneidad y divergencia, al otorgar un rol preponderante a las interacciones entre los componentes del sistema y al reconocer que la red de interacciones es incompleta y fragmentaria, predominando interacciones densas dentro de los sistemas y menos densas entre sistemas (Potts, 2000; Simon, 1962). La generación de variedad y la persistente heterogeneidad están en el origen mismo de los procesos de transformación y cambio estructural. Las interacciones se retroalimentan, es decir, describen procesos de *feedbacks* positivos. Estos *feedbacks* conducen a que las diferencias entre los componentes más interconectados tiendan a reducirse y a ampliar la brecha entre subsistemas de baja interconexión, conduciendo de esta forma a dinámicas divergentes entre ellos. Es decir, el desempeño productivo de una firma depende del desempeño productivo de firmas vecinas y esta dependencia es mutua.

Antonelli y Scellato (2013) y Guiso y Schivardi (2007) propusieron aproximarse a estos aprendizajes mutuos entre firmas colocalizadas a partir de los modelos de interacciones sociales del tipo *linear in means* (Blume *et al.*, 2010; Blume y Durlauf, 2005). Estos modelos permiten analizar la performance de la firma teniendo en cuenta tanto sus características internas e idiosincráticas, que dan cuenta de la heterogeneidad organizacional, como las contextuales, que incluyen tanto las características exógenas al entorno local –por ejemplo, las externalidades puras o exógenas– como las características contextuales endógenas, es decir, aquellas que surgen de las interacciones y *feedbacks* entre firmas colocalizadas. Por otra parte, Glaeser *et al.* (2003) propusieron que las dinámicas de *feedbacks* descritas en los modelos de interacciones sociales conducen a la presencia de multiplicadores sociales, según los cuales los efectos de las variables idiosincráticas sobre la performance se amplifican al pasar de firmas individuales a grupos de referencia. De tal forma pusieron de manifiesto la presencia de retroalimentaciones en las interacciones al observar su efecto sobre la divergencia entre grupos. De tal forma, los modelos de interacciones sociales pueden dar cuenta de la heterogeneidad dentro de los sistemas y entre ellos.

Los modelos de interacciones sociales (IS) fueron desarrollados originariamente durante la década del setenta para estudios sociológicos de segregación. Durante los décadas del noventa y del 2000, estos modelos fueron retomados por autores ligados a la escuela de la complejidad del Instituto Santa Fe (Durlauf, 1993, 2005; Glaeser *et al.*, 2003) ya que recogían diferentes aspectos de los sistemas complejos, como las interacciones, los *feedbacks* y la emergencia. Más recientemente, Antonelli y Scellato (2013) y Guiso y Schivardi (2007) propusieron su aplicación al estudio de los distritos industriales italianos como una forma de aproximación a la microcomplejidad de los sistemas productivos locales.

En este capítulo discutimos el uso de esos modelos para explicar la dinámica de la heterogeneidad organizacional y la divergencia entre sistemas desde una perspectiva evolucionista. En la primera sección se recorren algunas aplicaciones de estos modelos para dar cuenta de dinámicas evolutivas. En la segunda sección explicamos la relación entre interacciones sociales y la literatura de externalidades. En la tercera sección ofrecemos una presentación formal de este modelo y por último, en la cuarta sección, discutimos su alcance.

Interacciones sociales de conocimiento

A pesar de que sus orígenes datan de la década del setenta, fue recién durante los noventa y los 2000 cuando se expandieron los trabajos con aplicaciones de modelos de interacciones sociales (Blume y Durlauf, 2005; Bowles *et al.*, 2006; Glaeser y Scheinkman, 2000; Hartmann *et al.*, 2008; Manski, 2000). Estos trabajos hacían hincapié en el hecho de que las interacciones entre agentes, con capacidad de elegir su localización, provocan la emergencia de grupos con características comunes y que se distancian de otros, dando lugar a dinámicas divergentes.

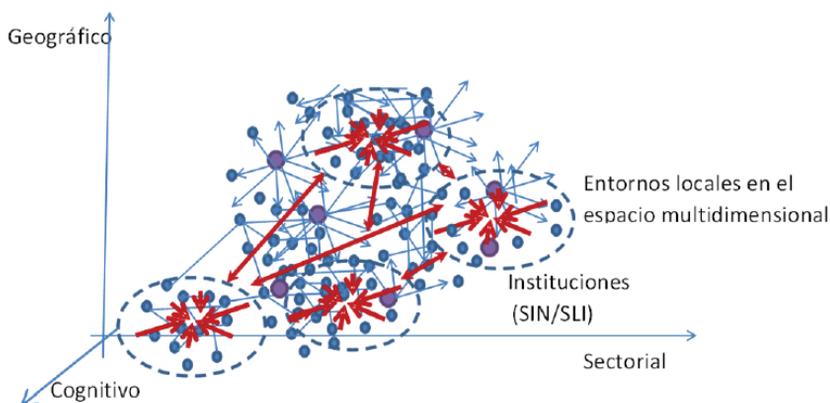
De acuerdo con Antonelli (2011), la aplicación de los modelos de IS al estudio de los sistemas productivos locales permite dar cuenta de los cambios en las condiciones de producción de cada firma provocados por la generación de nuevo conocimiento tecnológico del resto de las firmas colocalizadas. De esta manera, las decisiones en materia productiva y tecnológica de cada empresa están en función de las decisiones de las otras empresas dentro de un mismo grupo de referencia o *sistema*. Estas interacciones que ocurren en el contexto de procesos de aprendizaje

tecnológico se retroalimentan, lo que deriva en la presencia de externalidades a nivel de sistema.

En este sentido, la performance productiva agregada de cada sistema constituye una propiedad emergente del mismo, ya que no puede ser explicada por la suma lineal de los componentes del sistema sino a partir de las interacciones y *feedbacks* positivos entre ellos. La heterogeneidad entre sistemas tiende a profundizarse marcando dinámicas divergentes. Algunas regiones van a mostrar un mayor dinamismo productivo que otras y, dentro de ellas, algunos sectores tendrán mayores tasas de crecimiento de la productividad.

Antonelli (2011) denomina interacciones sociales de conocimiento a aquellas que habilitan la circulación de información y conocimiento tecnológico con potencialidad de introducir cambios en las condiciones productivas y organizacionales de las firmas. Siguiendo a Antonelli y Scellatto (2011), este capítulo propone que la emergencia de sistemas productivos y de innovación puede entenderse como el resultado de las interacciones sociales de conocimiento entre las empresas que conforman estos sistemas.

Figura 1. De la microheterogeneidad a la emergencia de sistemas productivos y de innovación



Fuente: elaboración propia basada en Antonelli (volumen 1 de este libro).

Los trabajos de Antonelli y Scellato (2013) y Guiso y Schivardi (2007) aplican la literatura de interacciones sociales al estudio de las externalidades de conocimiento y su efecto sobre las economías de aglomeración y la emergencia de los distritos industriales italianos. Estos trabajos ponen el énfasis en los mecanismos de *feedback* y en la heterogeneidad interorganizacional. Antonelli y Scellato (2013) subrayan la relevancia que tienen las diferencias de capacidades tecnológicas y organizacionales de las firmas y el rol de las complementariedades que emergen en un contexto de heterogeneidad.

Estos trabajos proponen la estimación de las interacciones entre empresas a partir del análisis econométrico del impacto del desempeño del grupo de referencia sobre cada firma. Esta aproximación empírica parte de una premisa conceptual que enfatiza el efecto de la dimensión meso sobre la performance de la firma sin desatender la heterogeneidad micro en términos de productividad, capacidades y conductas innovativas. De esta forma se considera la emergencia del espacio mesoeconómico como producto de las interacciones entre firmas que suceden en un entorno local acotado.

Interacciones sociales y externalidades de conocimiento

Las interacciones entre empresas en el marco de sistemas locales pueden considerarse como parte de un problema más amplio que abarca genéricamente las interacciones de diverso tipo entre individuos de una misma población. Este problema ha sido abordado desde múltiples perspectivas, como la literatura de externalidades dentro de un marco de fallas de mercado (Audretsch, 2003; Audretsch y Feldman, 1996), o desde una perspectiva de la complejidad aplicada a la dinámica del sistema de innovación (Martin y Sunley, 2007). En particular, la perspectiva de los sistemas complejos subraya la existencia de: i) interacciones descentralizadas entre firmas heterogéneas, ii) *feedbacks* asociados a estas interacciones y iii) dinámicas divergentes asociadas, a su vez, a la presencia de *feedbacks*. En este contexto, el enfoque propuesto permite dar cuenta de las dos características centrales de los sistemas productivos mencionadas en la introducción: heterogeneidad y divergencia.

Los modelos de interacciones sociales y sus características generales

Historia y aplicaciones

La literatura referida a las interacciones sociales señala que las relaciones entre agentes dentro de un entorno son interdependientes; esa interdependencia genera *feedbacks* y dinámicas sendero-dependientes divergentes difíciles de predecir.

Los modelos de interacciones sociales fueron desarrollados originalmente por Schelling (1971) para explicar la segregación espacial provocada por la interrelación entre individuos con atributos similares. No obstante, su mayor desarrollo data de los últimos veinte años y su aplicación abarca cuestiones muy diversas tales como crisis bursátiles (Shiller, 1995), ciclos económicos (Cooper y John, 1988) delincuencia (Glaeser, Sacerdote y Scheinkman, 1996), difusión de tecnología (Ellison y Fudenberg, 1993), moda (Bikhchandani *et al.*, 1992), urbanización (Ioannides y Topa, 2010), distritos industriales (Guiso y Schivardi, 2007 y Antonelli y Scelatto, 2013) y mercado de trabajo (Topa, 2001).¹ Según Durlauf (2005), las interacciones sociales son formas específicas de interdependencia ya que el comportamiento agregado de los agentes afecta explícitamente el comportamiento individual.

Los cambios en las condiciones del entorno afectan a los agentes individuales provocando cambios en sus decisiones y en su performance. A su vez, estas modificaciones individuales vuelven a introducir modificaciones en las condiciones del entorno, que volverán una vez más sobre los individuos. Así se establece la interdependencia que da origen a los *feedbacks* entre individuos y entorno sobre la base de interacciones individuales. Estos *feedbacks* serán relevantes en función de la densidad de las redes de conexiones.

Las interacciones sociales constituyen externalidades, es decir, se trata de interacciones entre productores. Si bien en un origen los modelos de interacciones sociales estuvieron abocados exclusivamente al estudio de las relaciones no comerciales (de ahí su nombre), su ámbito de aplicación se extendió para considerar interacciones mercantiles (Glaeser y Scheinkman, 2000).

¹ Varios de estos trabajos son citados por Glaeser y Scheinkman (2000), Manski, (2000) y Durlauf (2005); los dos últimos constituyen importantes *surveys* de esta literatura.

De acuerdo con Blume y Durlauf (2005), las dos grandes preguntas del enfoque son: por una parte, cómo las decisiones interdependientes producen diferentes configuraciones agregadas y, en segundo lugar, qué rol juegan estas interacciones en la formación de grupos. En este sentido, en su conjunto, este enfoque podría ser utilizado para explicar la emergencia de sistemas locales de producción e innovación y la existencia de multiplicadores derivados de los *feedbacks* entre empresas colocalizadas.

La literatura sobre interacciones sociales tuvo un importante desarrollo metodológico, dedicado a la cuestión de la identificación de las interacciones sociales a partir de la relación entre el comportamiento individual y el comportamiento grupal (Manski, 1993; Moffit, 2001; Glaeser *et al.* 2003; Hartmann *et al.*, 2008; Blume *et al.*, 2010). Sobre este punto volveremos más adelante. Por ahora podemos señalar que la literatura metodológica ha contribuido a mejorar las estimaciones y a desarrollar una serie de estrategias para resolver la cuestión de la identificación.

Diversos autores sostienen que el estudio de las interacciones sociales constituye un campo fértil para la economía de la complejidad (Durlauf, 2005; Blume *et al.*, 2010; Antonelli, 2011). Esto se explica porque la literatura de interacciones sociales subrayó un conjunto de cuestiones también consideradas por el enfoque de la complejidad aplicado a la economía de la innovación. Entre ellas se destacan las interacciones y *feedbacks* entre agentes heterogéneos en el nivel micro, que dan lugar a la emergencia de sistemas que muestran dinámicas agregadas irreducibles.

Interacciones sociales: complejidad, *feedbacks* y emergencia

Los modelos de IS plantean que las vinculaciones e interacciones entre los componentes de un sistema provocan que las respuestas individuales se vean amplificadas en niveles más elevados de agregación. Los agentes mantienen interacciones con otros agentes que participan del mismo grupo de pertenencia o grupo de referencia. Este grupo de referencia puede definirse como un entorno del espacio multidimensional. En este contexto, las conductas de cada agente están afectadas por las características del resto de los agentes localizados dentro del entorno en el que opera. Las interacciones entre agentes conducen a reducir la variedad dentro de los grupos en virtud de los procesos de competencia evolutiva.

Las interacciones entre agentes se retroalimentan y dan lugar a dinámicas no lineales y a divergencias en los patrones de desarrollo de

los distintos sistemas productivos de innovación locales. La literatura de IS plantea que una consecuencia de estos *feedbacks* es la existencia de multiplicadores sociales que muestran que el impacto de las variables idiosincráticas en la performance productiva puede amplificarse en el grupo de referencia como consecuencia de las interacciones entre los grupos. Esto significa que, por ejemplo, el impacto de los resultados de innovación de una firma dada afectará no solo a la firma en cuestión, sino también a las firmas colocalizadas a causa de los efectos directos e indirectos, mediados a partir de las interacciones entre las firmas.

Los modelos de interacciones sociales constituyen una perspectiva sistémica sobre las externalidades. Las interacciones tienen implicancias importantes en la conducta de las firmas, en especial cuando afectan endógenamente la estructura del conocimiento tecnológico de los productores (Antonelli y Scellato, 2013). Las interacciones describen procesos de *feedbacks* positivos entre componentes heterogéneos. Las firmas introducen cambios tecnológicos localizados con efecto sobre su performance productiva en función del comportamiento del resto de las firmas colocalizadas; esto a su vez induce respuestas creativas en algunas firmas con capacidades para percibir los cambios en el entorno productivo. En este contexto, la introducción de cambios tecnológicos localizados en cascada entre firmas se manifiesta como la presencia de externalidades de conocimiento. Los modelos de interacciones sociales incluyen externalidades reales o tecnológicas, pero sostienen que, en ausencia de *feedbacks* que amplifican las respuestas individuales, el impacto global de las externalidades será de alcance reducido. Los ajustes sistémicos de las firmas a las condiciones del entorno conducen a una menor variabilidad relativa dentro de los grupos de referencia y a una mayor varianza entre ellos, es decir, al proceso de emergencia y a dinámicas divergentes.

Cuando las respuestas individuales se amplifican a nivel agregado se dice que el modelo de interacciones sociales exhibe multiplicadores sociales. En ese caso, las características idiosincráticas de cada agente tienen un efecto directo sobre su desempeño y uno indirecto derivado del desempeño de los agentes colocalizados, es decir, de los *feedbacks*. El resultado de todos estos efectos directos e indirectos es el multiplicador social (Glaeser *et al.*, 2003)

La magnitud del multiplicador social está en función de las diferentes formas de interacciones sociales. Podemos identificar tres tipos puros distintos de interacciones. En primer lugar, las interacciones de carácter

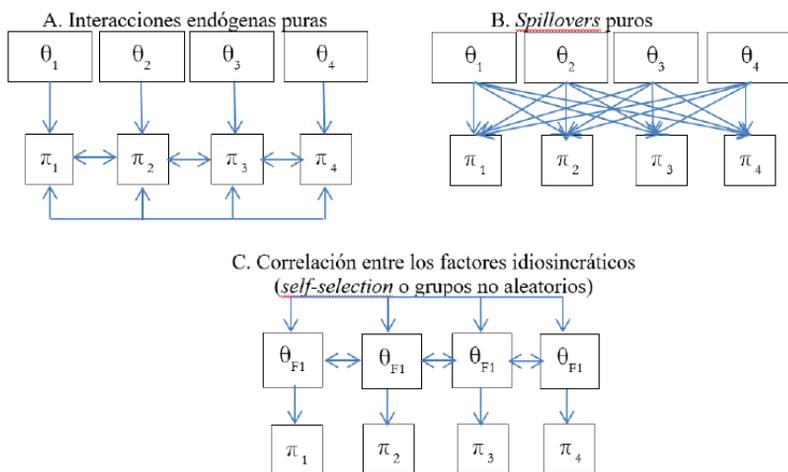
endógeno serán aquellas en las que los efectos de los *shocks* idiosincráticos θ_i afectan al resto de las firmas a través de las interacciones entre ellas. Es decir, la firma 2 recibe el *shock* θ_1 a través de su relación con la firma 1, que a su vez podría recibir un nuevo impacto de θ_1 a través de su relación con 2. Pongamos un ejemplo de esta situación. La empresa 1 introduce una innovación de proceso, esto implica una mejora en la performance productiva relativa que obliga a la firma 2 a mejorar su posición competitiva. La firma 2 o bien accede a las mejores prácticas instrumentadas por la firma 1 (difusión de la tecnología) o bien instrumenta mejoras específicas que logran reducir sus costos medios. En uno u otro caso habrá aprendizaje tecnológico y adaptación que podrán derivar en reacciones posteriores en la conducta de la firma 1 (posibles nuevas innovaciones), generando *feedbacks*.

En el segundo caso, se trata de externalidades reales puras. Ahora la firma 2 recibe el impacto de θ_1 directamente, es decir, no hay lugar para las interacciones. Podríamos tomar prestados los ejemplos de Meade (1952) para ilustrar este caso. Una plantación forestal que provoca un cambio en el régimen de lluvias con impacto directo para *todos* los productores aledaños. Demos otro ejemplo vinculado con la innovación. Supongamos que la firma 1 publica una patente, esto implica un crecimiento en el stock de conocimiento global del que se beneficiarán el resto de las firmas independientemente de su conducta específica en respuesta a la introducción de la patente. En este contexto el conocimiento se difunde sin considerar el potencial de generar nuevo conocimiento que vuelva sobre el entorno local. Se trata de un mero proceso de difusión provocado por las características públicas (consumo no rival y excludibilidad limitada) del conocimiento.

En tercer término, las interacciones son previas a la introducción de innovaciones, se trata de interacciones entre características o *shocks* individuales. Este es el caso que la literatura identifica como de ordenamiento (*sorting*): la correlación entre firmas existe porque sus características individuales están relacionadas pero no porque exista interacción entre ellas. Este sería el caso de firmas que eligen la localización en función de los atributos de sus vecinos. En este caso también operan *feedbacks*, ya que las firmas cambiarán de localización en función de las características del vecindario. Sin embargo, cada nuevo vecino afecta a estas características promedio del vecindario, lo que podría dar lugar a nuevos cambios en las ubicaciones.

Evidentemente, estos tipos puros se combinan en la realidad, lo que complejiza el análisis.² No obstante, existe un factor que distingue entre el caso de externalidades reales puras, es decir, el caso 2, y los casos 1 y 3, ya que en el caso 2 no hay espacio para *feedbacks*, y por lo tanto la magnitud del multiplicador será menor (Glaeser, 2003).

Figura 2. Distintas formas de interacciones sociales



Fuente: elaboración propia.

La presencia de multiplicadores es el resultado estático de una dinámica compleja. Puede deducirse la presencia de mecanismos de retroalimentación al analizar la conformación de grupos o el efecto colectivo de características individuales.

Cuanto más intensos y relevantes sean los *feedbacks*, más grandes serán los multiplicadores sociales. En este caso, pequeños cambios en las variables idiosincráticas exógenas podrán producir un gran impacto en la totalidad de las variables endógenas. Según Glaeser *et al.* (2003), fenómenos tan diversos como las burbujas especulativas en el mercado de valores, las modas o las trampas de la pobreza pueden explicarse a partir

² De hecho la literatura metodológica de IS busca determinar si es posible identificar el caso 1 con independencia de 2 y 3.

de la presencia de multiplicadores sociales grandes. Estamos entonces en un contexto de *feedbacks* como el descrito por Arthur (1989) en economía, que pueden conducir a equilibrios múltiples, soluciones subóptimas y fenómenos de *lock-in*. Según Antonelli y Scellato (2013), en este contexto “los multiplicadores sociales toman la forma de rendimientos crecientes localizados, producto de las externalidades pecuniarias de conocimiento en el nivel del sistema”. Así se puede explicar la persistencia de algunos sistemas locales en el pobre desempeño productivo frente al alto dinamismo de otros. Es decir, la presencia de los multiplicadores sociales es una muestra de dinámicas divergentes.

En síntesis, los modelos de interacciones sociales tienen implicancias según la forma en la que se organizan las firmas y actividades en el espacio. En modelos dinámicos, las interacciones sociales pueden producir las curvas con forma de S, características de los procesos de difusión. Pero también pueden conducir a la convivencia de tecnologías competitivas, como señalan los modelos de percolación, producto de redes de conexiones imperfectas.

En esta dirección, los modelos de interacciones sociales logran capturar una de las premisas básicas del enfoque de la complejidad aplicado a la economía de la innovación: las interacciones descentralizadas entre agentes heterogéneos que determinan comportamientos del sistema que no puede deducirse de la mera agregación de las conductas individuales.

El origen de las interacciones

Tal como sugieren Blume y Durlauf (2005), la literatura de IS no propone una única fuente de las interacciones sociales o de su efecto mimético sobre las conductas de los agentes. Algunos modelos sostienen que existen razones psicológicas primitivas para que los individuos quieran actuar en conformidad con el comportamiento de sus pares. En otros casos, las fuentes radican en simples procesos de difusión de la información, de modo que cada persona decide su curso de acción cuando observa qué han hecho otros.

Si bien ya hemos mencionado que las interacciones entre empresas están profundamente imbricadas en las interacciones de mercado y el proceso de competencia, antes de proseguir con la definición del modelo, nos parece importante traducir a los términos de la literatura sobre interacciones sociales cuáles serían las motivaciones que originan las

interacciones entre empresas colocalizadas y que provocan que las performances productivas de las firmas intragrupo muestren una menor varianza relativa.

En nuestro caso, el proceso de competencia schumpeteriano descrito por Metcalfe (en el capítulo 4 del volumen 1 de este libro) provee una parte importante de la argumentación teórica acerca de las fuentes de las interacciones entre firmas. Metcalfe reelabora el concepto de competencia basándose en la noción de rivalidad activa entre organizaciones en el marco de un conjunto de reglas instituidas. Para ello, rescata la noción de competencia evolutiva, que aparece en Smith, Marshall y Schumpeter. La noción de competencia evolutiva es coherente con la introducción de novedad dentro de una dinámica capitalista incesante. Esto implica que los sistemas productivos permanecen abiertos a la novedad emergente, que es producto de la rivalidad activa entre firmas que persiguen el objetivo de generar y apropiarse de cuasirrentas. Dentro de un marco de competencia schumpeteriana esta rivalidad tenderá a desplazar a los menos eficientes y a acortar la brecha entre los incumbentes. Sin embargo, esto no implica la homogenización de las tasas de ganancias ni de la eficiencia productiva en la población de firmas, ya que la generación de variedad es parte constitutiva, junto con su resolución a través de la selección, de los procesos de destrucción creativa (Schumpeter, 1994).³ En este sentido, las interacciones en el contexto de la competencia evolutiva son interacciones sistémicas que involucran procesos de selección entre y dentro de las empresas.

En este contexto, las firmas colocalizadas en sistemas locales altamente competitivos –en el sentido de Metcalfe, es decir, de una elevada rivalidad activa– provocarían una suerte de efecto cascada en la introducción de cambios tecnológicos localizados con impactos positivos sobre el desempeño productivo del conjunto de firmas colocalizadas. De un modo análogo, bajos niveles de innovación y un pobre desempeño productivo de los sistemas locales podrán conducir a un bajo dinamismo del conjunto de empresas que los componen. De esta forma, damos cuenta de la heterogeneidad entre sistemas y de su divergencia, que no anula la heterogeneidad dentro de ellos. Durlauf (1993) analizó el rol de

3 Dosi *et al.* (2010) demuestran que la generación de variedad puede ser un mecanismo más fuerte e importante que la selección en los procesos de crecimiento económico. De esto se deduce que la selección se hace en las firmas más que en los mercados, lo que es coherente con la visión de Metcalfe según la cual en una misma población coexisten firmas con diferentes tasas de productividad y ganancia.

las interacciones en las dinámicas del cambio tecnológico y mostró la posibilidad de trampas de productividad, en el sentido de que las técnicas de baja productividad eran utilizadas y persistían porque otros productores las utilizaban. En síntesis, la calidad de los procesos de destrucción creativa afectará las posibilidades de *feedbacks* y emergencia mostrando situaciones de *lock-in*.

Sin embargo, la competencia evolutiva no es la única fuente de interacciones. Las interacciones, en el marco de las relaciones proveedor-cliente, constituyen importantes fuentes de intercambios (tanto de bienes y servicios especializados, como de información y conocimiento) y, por lo tanto, son fuentes relevantes de aprendizaje para las firmas, como está documentado en la literatura (Fagerberg, 1995; Lundvall, 1985, 1988; Von Hippel, 1976). En Antonelli y Scellato (2013) se enfatiza este tipo de fuente de las interacciones de conocimiento entre empresas. De acuerdo con estos autores, el resultado de los análisis empíricos de Lundvall (1988), Von Hippel (1976) y Fransman (en el capítulo 5 del volumen 1 de este libro) sobre el rol clave de las interacciones *user-producer*, constituye “los motores básicos para la acumulación de nuevo conocimiento tecnológico y para la eventual introducción de cambios tecnológicos localizados. Esto confirma el rol del conocimiento externo al que se accede a través de las interacciones vinculadas a transacciones de mercado en la generación de nuevo conocimiento” (Antonelli y Scellato, 2013).

De esta forma consideramos que las interacciones entre empresas –incluso en el marco de modalidades restringidas de aprendizaje basado en la interacción– en las que predominan vinculaciones informales tanto verticales (con proveedores y clientes) como horizontales (con competidores) constituyen fuentes importantes de interacciones entre empresas dentro del grupo de referencia.

El modelo

El modelo de interacciones sociales que presentamos a continuación es del tipo *linear-in-means*. Este modelo se denomina así porque plantea que el *outcome* de un agente *i* (por ejemplo, el nivel de productividad de la firma *i*) dependerá linealmente de: sus atributos idiosincráticos, de las características exógenas al grupo de referencia (sistema) y de las características endógenas del resto de las firmas del grupo, con efecto sobre su desempeño productivo.

Formalmente:

$$\pi_i = K + cX + dG + Jm_{\cdot i} + \varepsilon_i \quad (1)$$

Como ya hemos mencionado, consideramos como medida de desempeño productivo a la productividad de las firmas; por su parte, los grupos de referencia están compuestos por el conjunto de firmas dentro de un mismo sistema.

La productividad de la firma i (π_i) depende de:

- i. el conjunto de características idiosincráticas a la firma (X),
- ii. el conjunto de características del grupo (G) y
- iii. las expectativas de la firma sobre el desempeño productivo de las firmas que conforman ese grupo (medido por la productividad media que excluye a la productividad de la firma i) ($m_{\cdot i}$).

Donde $m_{\cdot i} = 1/(n-1) \sum \pi_{\cdot i}$, es decir, el promedio de productividad de las firmas que conforma el grupo de referencia de i (que excluye a la firma i).

J es el parámetro de las interacciones, ya que se trata de la sensibilidad de la productividad ante la media de la productividad de las firmas del grupo de referencia al que pertenece i .⁴ Siguiendo la propuesta de Manski (2000), denominamos al primer grupo de variables efectos idiosincráticos, al segundo grupo efectos contextuales y al tercero efectos endógenos. Estrictamente, el segundo y el tercer caso constituyen efectos contextuales que difieren en que los primeros son exógenos y los segundos son endógenos.

Los efectos contextuales, tanto los endógenos como los exógenos, describen el efecto del grupo de referencia sobre las decisiones de cada firma individual. Sin embargo, mientras que los efectos exógenos describen cómo las características de las firmas que componen un grupo afectan a las firmas individuales, los efectos endógenos describen cómo los *comportamientos* de las demás firmas afectan las decisiones individuales. Esta distinción es crucial ya que los efectos endógenos suelen ser recíprocos y así crean *feedbacks* entre las decisiones tecnológicas y productivas de las diferentes firmas, mientras que los exógenos no.

⁴ Nótese que mientras que c y d son vectores, K y J son escalares.

Cuestiones de estimación en los modelos *linear-in-means*

Como ha sido discutido por numerosos autores desde Manski (1993), los modelos del tipo *linear-in-means* enfrentan tres problemas fundamentales de estimación. Estos son: *self-selection*, *common shocks* y *reflexion*. En particular, el problema de reflexión se asocia al hecho de que los coeficientes del modelo no puedan identificarse porque la forma reducida del modelo conduce a expresiones de los coeficientes donde se mezclan los efectos contextuales endógenos y exógenos.

Analicemos en primer lugar los problemas de *self-selection* y *common shocks* junto a las respuestas que ha ofrecido la literatura para tratar estas cuestiones y las estrategias que seguiremos en la estimación econométrica del modelo. Con respecto al problema de identificación denominado por Manski (1993) *reflexion problem*, presentaremos la forma reducida del modelo y discutiremos hasta qué punto representa esto un problema en nuestra estrategia de estimación.

El problema de *self-selection* refiere a la existencia de un conjunto de características propias de cada firma que explica su localización o pertenencia a un grupo de referencia determinado. En este sentido, la cuestión de *self-selection* indica la posibilidad de formación endógena de los grupos a partir de la autoselección de los pares. Esto refiere a la interacción entre las características idiosincráticas de las firmas, θ_i . Este problema será importante en la medida en que los agentes puedan cambiar fácilmente de ubicación o cuando las características idiosincráticas estén fuertemente correlacionadas con las características exógenas que definen los grupos de referencia. En estos casos, la correlación entre el *outcome* (π_i) de la firma i puede deberse a la correlación entre las preferencias o características individuales o a la presencia de características idiosincráticas comunes, y no a los efectos endógenos que surjan de las interacciones entre pares. En este sentido, el impacto del desempeño productivo del grupo de referencia sobre la firma podría explicarse por factores idiosincráticos que condujeron a que firmas similares eligieran una misma localización y no por la efectiva interacción entre firmas. En este caso, J estaría capturando lo que no puede ser especificado en el término cX_i , debido a la presencia de inobservables que correlacionan los *inputs*.

Las posibilidades para controlar el sesgo de selección indican por lo tanto una correcta especificación de los X_i . Siguiendo a Guiso y Schivardi (2007), para resolver esta cuestión se propone la utilización de econometría de panel incluyendo efectos fijos. En este caso, todas las características

específicas e idiosincráticas de las firmas invariables en el tiempo, tanto las observables como las inobservables, estarían siendo controladas, y de esta forma se descartaría el posible sesgo de selección. Podemos asociar estas características idiosincráticas con las conductas innovadoras de las firmas así como con el nivel de capacidades, que son invariables en el tiempo. Sin embargo, cabe mencionar que pueden persistir sesgos de selección debido a atributos idiosincráticos que sean variables con el tiempo. En el siguiente apartado, consideraremos este caso a partir de la estimación de los multiplicadores sociales.

La especificación de efectos fijos corta de raíz el sesgo de selección causado por características idiosincráticas de las firmas invariantes en el tiempo, pero con esto también se pierde la oportunidad de evaluar el impacto de estas características idiosincráticas de las firmas que hacen a su desempeño productivo y que son observables para el investigador.

El segundo problema, *common shock*, refiere a la posibilidad de que J esté capturando características exógenas del grupo de referencia y no las interacciones endógenas entre firmas; por ejemplo, *shocks* de productividad que sean comunes a todas las firmas del sector o del dominio geográfico. El efecto de estas características exógenas al grupo de referencia debería ser capturado por el término dG_i . En este contexto, deben introducirse controles en el grupo de referencia que logren capturar las especificidades del grupo. También deben considerarse las interacciones de estas variables de control con *dummies* temporales, de modo de capturar las características específicas de estas dimensiones, así como los posibles *shocks* temporales sobre ellos. Siguiendo a Antonelli y Scellato (2013) y a Guiso y Schivardi (2007), si J sigue siendo positiva y significativa una vez introducidos estos controles, será posible establecer con mayor precisión que J captura efectos endógenos del grupo de referencia y no los exógenos.

En tercer término, nos enfrentamos a la cuestión de la identificación del parámetro de las interacciones sociales en la forma reducida del modelo. Manski (1993, 2000) denomina metafóricamente a este problema *reflexion problem*. El autor postula que en el modelo *linear-in-means* puede no ser posible identificar el efecto endógeno del grupo de referencia sobre la firma (producto de las interacciones) de forma independiente al exógeno. Este problema se debe a que el comportamiento promedio en el grupo está, en sí mismo, determinado por el comportamiento de los miembros del grupo. “Este problema es similar a la dificultad de interpretar los movimientos simultáneos de una persona y su reflejo en un espejo. ¿Es la imagen en el espejo la causa de los movimientos de la persona

o simplemente su reflejo?” (Manski, 2000: 128). Por lo tanto, datos sobre los *outputs* no revelan si el comportamiento del grupo en realidad afecta el comportamiento individual, o el comportamiento del grupo es simplemente la suma de los comportamientos individuales. Este problema es en última instancia un problema de simultaneidad y como tal debería resolverse mediante variables instrumentales o mediante la estimación del modelo en diferencias.

De acuerdo con este autor, la raíz de esta cuestión está en la definición de los grupos de referencia. Si estos grupos se definen a partir de las características idiosincráticas, no podremos saber si los agentes tienen un desempeño similar porque están interactuando o porque son individuos parecidos. Por ejemplo, en nuestro caso, esto sucedería si los grupos se definen a partir de las características idiosincráticas de las firmas, como las capacidades de absorción, los resultados de innovación o las vinculaciones que mantienen con otras organizaciones. En este caso, sería imposible determinar si los cambios en el entorno afectan a la firma o si todas las firmas del grupo se mueven en el mismo sentido.

Para demostrar el problema de identificación señalado por Manski (1993), supongamos el siguiente modelo *linear-in-means* en el que, como n es grande, puede expresarse en términos de esperanzas matemáticas.

$$\pi = k + J E(\pi/g) + d E(x/g) + cx + \mu \quad (2)$$

Donde π es el *outcome* (productividad), g define al grupo (grupo de referencia) y x a las características idiosincráticas (por ejemplo, intensidad innovadora) y finalmente μ representa a las características idiosincráticas inobservables que supondremos independientes. $E(\pi/g)$ es el *outcome* del grupo de referencia y J es el parámetro de las interacciones sociales; $E(x/g)$ representa la intensidad innovadora en el grupo de referencia e indica los efectos contextuales exógenos y d la sensibilidad ante esos efectos, y por último c indica la sensibilidad de la productividad a la intensidad innovadora de la firma. Nótese que en esta especificación propuesta por Manski (1993) los efectos contextuales exógenos refieren al promedio de las características individuales de las firmas.

Por lo tanto, la regresión media en g y x será representada por la ecuación (3)

$$E(\pi/g, x) = k + J E(\pi/g) + d E(x/g) + cx \quad (3)$$

Si ahora integramos en x la ecuación (3) resulta:

$$E(\pi/g) = k + J E(\pi/g) + d E(x/g) + cE(x/g) \quad (4)$$

$$E(\pi/g) = \frac{k}{1-J} + \frac{d+c}{1-J} E(x/g) \quad (5)$$

La ecuación 4 es la versión agregada del modelo e indica la relación entre la productividad agregada para el grupo de referencia y la intensidad innovadora agregada también para el grupo de referencia. Si reemplazamos (5) en (3) obtendremos la versión reducida del modelo *linear-in-means*.

$$E(\pi/g, x) = \frac{k}{1-J} + \frac{d+Jc}{1-J} E(x/g) + cx \quad (6)$$

Como puede apreciarse, la ecuación (6) pone de manifiesto que el parámetro J no puede identificarse ya que se combina con d y c en el coeficiente que acompaña a $E(x/g)$, el comportamiento del grupo en materia de intensidad innovadora.

Con esto se demuestra que el modelo presenta problemas de identificación debido a que el grupo de referencia se determina a partir de las características específicas de los individuos.

Según Ioannides y Topa (2009), Blume y Durlauf (2005) y Guiso y Schivardi (2007), en la medida en que existan características individuales que no determinen al grupo de referencia –es decir, que sean linealmente independientes del grupo de referencia–, es posible identificar al parámetro J . Es decir, alcanza con que “exista al menos un regresor X_i cuyo promedio a nivel de grupo no aparezca en G_i para que sea posible la identificación de J con independencia del vector d ” (Blume y Durlauf, 2005: 13).

Feedbacks, emergencia y multiplicadores sociales

Las cuestiones de *self-selection*, *reflexion* y *common shocks* condujeron a que algunos autores buscaran caminos alternativos para probar la existencia de interacciones y *feedbacks* entre individuos colocalizados. En este sentido, de acuerdo con Ioannides y Topa (2009: 6), “el hecho de que las interacciones endógenas conduzcan a amplificar las diferencias en la performance entre grupos sirve en sí misma como base para la identificación”. Glaeser *et al.* (2003) propusieron identificar las interacciones sociales por los resultados de los *feedbacks* a nivel micro observables a nivel agregado. Una de las características más transversales del enfoque

de la complejidad, es decir, uno de los atributos de los sistemas complejos más reconocidos y señalados por diferentes autores y tradiciones, es la emergencia de un conjunto de regularidades a nivel agregado que se desprende de las interacciones micro descentralizadas. La emergencia de estas regularidades macro es el resultado de interacciones no lineales entre los componentes colocalizados.

En el modelo de interacciones sociales *linear-in-means* las características de cada agente están linealmente relacionadas con las características de la media del grupo de referencia; sin embargo, este modelo esconde interacciones no lineales en los *feedbacks* entre la performance del entorno y la performance individual. Por lo tanto, “esta especificación del modelo puede ser interpretada como un modelo estructural en el que las preferencias de cada agente determinan que sus acciones sean una función lineal de las acciones de los otros, o como una aproximación lineal a la forma reducida que implica un modelo no lineal” (Hartman *et al.*, 2008: 10).

La existencia de estas dinámicas no lineales que se establecen a partir de las interacciones entre agentes conduce a que las acciones agregadas a nivel de grupo de referencia no puedan ser explicadas a partir de la agregación lineal de sus partes constitutivas. En este sentido se verifica que las características del sistema emergen sobre la base de interacciones descentralizadas de los agentes que las componen. En este contexto, el modelo incluye multiplicadores sociales.

Siguiendo a Hartman *et al.* (2008: 4-7), a continuación planteamos un modelo simple de dos agentes para ilustrar el mecanismo a través del cual operan los *feedbacks* que conducen a la presencia de los multiplicadores sociales. Luego, generalizaremos este modelo según la propuesta de Glaeser, Scheinkman y Sacerdote (2003) para la estimación de los multiplicadores sociales.

Según Hartman *et al.* (2008), desde una perspectiva formal los *feedbacks* en las interacciones sociales pueden modelarse a partir de un sistema de ecuaciones simultáneas. Para simplificar el argumento, supongamos que el grupo de referencia está compuesto por dos agentes *i* y *j* que tienen un *outcome* *o*.

$$o_i = C_i x_i + J_i o_j + D_i z_j + u_i \quad (7)$$

$$o_j = C_j x_j + J_j o_i + D_j z_i + u_j \quad (8)$$

El *outcome* o_i de la empresa i estará afectado por las características propias del agente i (x_i) y por las características propias del agente j (z_j) y por el *outcome* de j (o_j), los parámetros C y D son las sensibilidades correspondientes a las características específicas de i y j sobre el *outcome* o y J será el parámetro de las interacciones sociales. Por último, el *outcome* o_i también estará afectado por un componente aleatorio u_i . En forma análoga se puede describir la ecuación correspondiente al agente j . z_j es exógeno y el término $D_j z_j$ representa las interacciones exógenas o *common shocks* a los que refiere la literatura (Manski, 2000).

Este sistema de ecuaciones presentará multiplicadores sociales si J_i y J_j son distintos de cero y de mismo signo. En ese caso el *outcome* de j afectará a i y viceversa. El multiplicador existe porque un pequeño incremento en el *outcome* de uno de los agentes se multiplicará por los mecanismos de *feedbacks* que engendra el sistema de ecuaciones. En este caso, cambios en x_i provocarán un incremento en o_i mayor que C como consecuencia de los *feedbacks* entre J_i y J_j .

En este contexto, la existencia de estos multiplicadores implicaría que las características idiosincráticas de las firmas tuvieron un efecto menor a nivel individual que a niveles mayores de agregación. Por lo tanto, de las interacciones entre agentes emergen sistemas de productivos y de innovación con menor varianza dentro de los mismos. En la literatura pueden identificarse diferentes definiciones del multiplicador social (Becker y Murphy, 2000 y Goldin y Katz, 2002). Para Glaeser *et al.* (2003) el multiplicador social es el ratio entre los coeficientes de las variables idiosincráticas estimados a nivel agregado y a nivel individual. Si el coeficiente estimado que acompaña a x_i a nivel agregado resulta ser mayor que el coeficiente que lo acompaña en una regresión a nivel individual, entonces diremos que existen multiplicadores sociales.

La demostración de Glaeser *et al.* (2003) acerca de la magnitud del multiplicador social apunta a la presencia de *feedbacks* (ya sea por interacciones endógenas o por *self-selection*) en comparación con el contexto de estimación en el que solo estén presentes *spillovers* puros. En relación con la figura 5, esto equivaldría a decir que interacciones que involucren los tipos puros A y C conducirán a multiplicadores sociales más importantes que si solo involucran interacciones del tipo B .

Glaeser *et al.* (2003) demuestran que la presencia de sesgos se selección provoca multiplicadores sociales mayores. Sin embargo, los autores reconocen que el hecho de que los agentes puedan decidir sobre su localización debe ser interpretado como producto de las interacciones

sociales entre grupos. Esto permitiría afirmar que los agentes, dotados de racionalidad acotada e intencionalidad creativa en sus reacciones, pueden elegir su localización en el espacio en función de los atributos que ofrezca el entorno local, incluidas en este las características de las firmas colocalizadas. En los términos de la literatura de *social interactions*, esto implica que en un momento del tiempo es posible observar, a partir de una comparación entre las varianzas relativas, la emergencia de sistemas de mayor densidad de las interacciones sociales ubicados en entornos locales en un espacio multidimensional.

De esta forma Glaeser *et al.* (2003) concuerdan con Manski (1993) en una visión generalmente pesimista sobre la posibilidad de identificar los parámetros de las interacciones sociales, al menos en ausencia de una verdadera aleatoriedad. Sin embargo, sus resultados sugieren que las interacciones sociales pueden ser importantes y que los coeficientes a diferentes niveles de agregación pueden diferir significativamente, ya sea por causa de las interacciones o por la presencia de un ordenamiento no aleatorio entre las diferentes áreas (Glaeser *et al.*, 2003: 347). Esta cuestión está documentada por la literatura de externalidades y economías de aglomeración. El efecto de la innovación sobre la productividad del gasto de I+D es menor a nivel de firma que a nivel de industrias. Por ejemplo, Acs y Audretsch (1990) encontraron que la correlación simple entre I+D y resultados de innovación era de 0,84 a nivel de industria (a cuatro dígitos de la CIIU) en Estados Unidos y que alcanzaba solo alrededor de la mitad, 0,40, entre las más grandes corporaciones de Estados Unidos. En esta dirección, la presencia de multiplicadores sociales de magnitud importante pone de manifiesto que el impacto de las variables agregadas sobre la performance individual responde más a tipos de interacciones en las que estén involucrados *feedbacks* que a interacciones basadas en *spillovers* puros.

Buscando *feedbacks* detrás de los multiplicadores

La presencia de multiplicadores por sí misma no permite suponer la presencia de *feedbacks*, ya que la amplificación de las respuestas individuales puede darse por cualquiera de los tipos puros de interacciones (o por la suma de los tres): i) interacciones endógenas puras, ii) *spillovers* puros y iii) ordenamiento no aleatorio o presencia de *self-selection*. Sin embargo, podemos afirmar que el valor del multiplicador social será mayor en

caso de interacciones del tipo 1 y 3. Así, si estimamos los efectos de las características individuales sobre la performance individual y el efecto de estas características agregadas sobre la performance del sistema y lo comparamos con el término que surgiría en ausencia de interacciones sociales ($J=0$) podemos derivar algunas conclusiones sobre la magnitud de las interacciones sociales.

Supongamos que:

- i) a nivel individual: φ^i –mide el impacto de la intensidad innovativa de la firma sobre su performance productiva–,
- ii) a nivel de grupo de referencia o sistema: φ^a –mide el impacto de la intensidad innovativa del grupo de referencia sobre la performance productiva del mismo grupo, es decir la ecuación 5–, y
- iii) en la forma reducida del modelo: φ^r –mide el impacto de la intensidad innovativa del grupo de referencia sobre la performance productiva de las firmas individuales, es decir la ecuación 6–.

Los multiplicadores sociales surgen del cociente entre los coeficientes que acompañan a la intensidad innovativa (variable idiosincrática) en la regresión a nivel individual y a nivel grupal.

$$\text{Multiplicador social} = \varphi^a / \varphi^i$$

Si el cociente es lo suficientemente importante, entonces no podrá explicarse solo por la presencia de los efectos contextuales exógenos (el impacto de la intensidad innovativa a nivel de grupo de referencia) sino por los *feedbacks* presentes entre las performances productivas de las firmas de grupo o por la presencia de una distribución no aleatoria, es decir, por presencia de correlación entre las variables idiosincráticas.

Para resolver los problemas de identificación, gran parte de la literatura estima directamente la forma reducida del modelo de interacciones sociales. En este caso tendríamos estimadores no sesgados del efecto de las variables idiosincráticas del entorno sobre la performance productiva de las firmas individuales aunque no podríamos establecer tampoco si es producto de las interacciones endógenas o de los efectos exógenos.

Sin embargo, si contamos con φ^r , una estimación del coeficiente que acompaña a la intensidad innovadora del grupo de referencia en la ver-

sión reducida del modelo, y con φ^a , una estimación del coeficiente que acompaña a la intensidad innovadora del grupo de referencia en la regresión a nivel agregado, entonces podemos estimar entre qué valores se encontraría J para posibles valores de d , ya que:

$$J = \frac{\varphi_a - d}{\varphi_r} \quad (9)$$

Otra forma de llegar a conclusiones similares consiste en suponer que no existen interacciones endógenas y que el único impacto posible del entorno sobre la firma es a través de la intensidad innovadora del grupo de referencia. Es decir, que la forma reducida estimada proviene de un modelo como el que sigue donde la única forma de interacción que se asume es la de *spillovers* puros:

$$\pi = k' + d'E(x/g) + c'x + \mu' \quad (10)$$

Donde k' , d' y c' son los parámetros correspondientes a una especificación del modelo sin interacciones sociales o de *spillovers* puros.

Siguiendo un procedimiento similar al presentado en las ecuaciones 2 a 6 podemos hallar la relación entre d' y c' y los coeficientes estimados $\varphi^{r'}$ y $\varphi^{a'}$ correspondientes.

$$d' = \varphi^{a'} / \varphi^{r'} \quad (11)$$

En este contexto, las ecuaciones 9 y 11, junto con las estimaciones de los parámetros φ , permite realizar algunas inferencias sobre los valores posibles del parámetro de las interacciones sociales J .

Discusión: interacciones... ¿están ahí?

El atractivo que encontramos en el modelo de IS es que define a las externalidades como resultado de interacciones entre las empresas y sus *feedbacks*. Es decir, presuponen complementariedades y retroalimentaciones. Sin embargo, las interacciones y complementariedades son más una premisa que una hipótesis a ser testeada empíricamente.

Si existe una relación estadística entre el desempeño productivo de las firmas y el del sistema productivo local al que estas pertenecen, ¿esto implica la existencia de interacciones sociales? Es decir, ¿es posible afirmar que cada firma o una porción significativa de las firmas de cada grupo de referencia establecieron vínculos efectivamente con el resto de las firmas del mismo grupo? Lamentablemente la respuesta es negativa.

La única forma de verificar la presencia de interacciones entre firmas es relevándolas en un trabajo de campo y aún en ese caso las dificultades son importantes.⁵ Sin embargo, algunas características de los grafos aleatorios nos permiten inferir la posibilidad de estas interacciones.

El enfoque de IS plantea que el *output* de un agente está en relación con los *outputs* de otros agentes de su entorno porque ajusta sus preferencias y conductas en función de las preferencias y conductas de sus pares. Esta relación puede establecerse más allá de si las firmas que conforman el grupo de referencia se conocen todas entre sí (redes completamente interconectadas) o de si es lo suficientemente alta la probabilidad de que dos firmas tomadas al azar del grupo de referencia se conozcan (redes densas): basta con que las interacciones dentro del grupo de referencia sean tales que, aunque dos firmas nunca hayan tenido contacto directo entre sí, la probabilidad de que conozcan a una tercera firma en común sea baja. La teoría de los grafos aleatorios demuestra que esto efectivamente es así en los casos de redes del tipo *power law* y de *small worlds*. En el caso de las redes *small world*, se pone de manifiesto que la distancia media entre dos nodos cualesquiera de la red se achica sensiblemente por el solo hecho de que algunos nodos, en vez de estar conectados con sus vecinos inmediatos, establezcan vínculos al azar. Por otra parte, las redes de tipo *power law* se caracterizan por distancias cortas entre dos nodos cualesquiera debido a que unos pocos nodos que funcionan como *hubs* interconectan al resto de los nodos de la red. Este tipo de redes no son redes especialmente densas y aparecen con mucha frecuencia en diferentes tipos de redes sociales (urbanización y comunicación, tendido eléctrico, redes comerciales entre empresas, WWW, etcétera) (Watts, 2006).⁶

En este contexto, las interacciones entre empresas efectivamente conectadas pueden dar lugar a un efecto de contagio sobre el resto de las empresas de la red aunque entre ellas no exista un vínculo directo. De tal forma, la relación entre la productividad del grupo y la productividad de

⁵ Recabar información para reproducir redes de interacciones entre firmas mediante un esquema de grafos de esas redes no es una tarea sencilla. Implicaría realizar estudios de campo en cada uno de los grupos de referencia identificados (163) y relevar a todas las firmas que los componen, ya que, como subraya la literatura de *social networks*, este tipo de análisis es muy sensible a la cantidad de los datos relevados (Cowan y Jonard, 2004).

⁶ De acuerdo con Watts, la teoría de los seis grados de separación que está por detrás del famoso experimento de Milgram muestra que, en redes aleatorias, la distancia social entre los agentes se acorta sensiblemente en función de la existencia de atajos en redes localmente densas. Este sería el caso de las redes de mundos pequeños. Watts reconoce que las redes de mundos pequeños pertenecen a una clase más amplia de redes, denominadas redes de *power law*.

las firmas individuales podría existir aun cuando no todas las firmas se vinculen expresamente con el resto. Solo alcanza con que la estructura de la red cumpla con los atributos de las redes de mundos pequeños o de *power law* para que esto sea así, y es razonable esperar que las redes de empresas se comporten de esa forma.

Por lo tanto, la estructura de conexiones dentro de los grupos de referencia es relevante para poder establecer la hipótesis de interacciones sociales. Lamentablemente no existen trabajos suficientes que apliquen el *social network analysis* como para afirmar que la estructura de las redes subyacentes a los grupos de referencia utilizados en este trabajo sigue los modelos de mundos pequeños o de *power law*.

Los enfoques de IS y *social network analysis* muestran muchos espacios para la complementación. Por ejemplo, la determinación de los grupos de referencia del análisis de IS podrían estar determinados por estudios previos de redes de empresas. Estos grupos de referencia podrían estar constituidos por distintos componentes de una red no conectada o diferentes *k-cores* de redes conectadas. Por el contrario, podría estudiarse la arquitectura de conexiones dentro de grupos de referencia definidos *a priori* para mostrar que la ausencia de conexiones puede conducir a que el coeficiente J de IS sea no significativo. En síntesis, la vinculación entre ambos enfoques, junto con el de la complejidad, se muestran como promisorios para la investigación aplicada.

Bibliografía

- Antonelli, C. (2011). *Handbook on the Economic Complexity of Technological Change*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Antonelli, C. y Scellato, G. (2013). "Complexity and Technological Change: Knowledge Interactions and Firm Level Total Factor Productivity". *J. Evol. Econ.*, vol. 23, pp. 77-96. doi:10.1007/s00191-012-0299-8
- Arthur, W. B. (1989). "Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-In by Historical Events". *Econ. J.*, vol. 99, pp. 116-131. doi:10.2307/2234208
- Audretsch, D. B. (2003). "Innovation and Spatial Externalities". *Int. Reg. Sci. Rev.*, 26, pp. 167-174. doi:10.1177/0160017602250973

- Audretsch, D. B. y Feldman, M. P. (1996). "R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production". *Am. Econ. Rev.*, 86, pp. 630-640.
- Bikhchandani, S.; Hirshleifer, D. y Welch, I. (1992). "A Theory of Fads, Fashion, Custom, and Cultural Change as Informational Cascades". *J. Polit. Econ.*, vol. 100, pp. 992-1026.
- Blume, L. E.; Brock, W. A.; Durlauf, S. N. y Ioannides, Y. M. (2010). *Identification of Social Interactions* (Reihe Ökonomie / Economics Series, Institut für Höhere Studien (IHS) n° 260). Viena: IHS.
- Blume, L. E. y Durlauf, S. N. (2005). "Identifying Social Interactions: A Review". *Working Papers* 12, University of Wisconsin-Madison, Social Systems Research Institute.
- Bottazzi, G.; Dosi, G.; Jacoby, N.; Secchi, A. y Tamagni, F. (2010). "Corporate Performances and Market Selection: Some Comparative Evidence". *Ind. Corp. Change*, vol. 19, pp. 1953-1996.
- Bowles, S.; Durlauf, S. N.; Hoff, K. R. y Foundation, R. S. (2006). *Poverty Traps*. Princeton: Princeton University Press.
- Cooper, R. y John, A. (1988). "Coordinating Coordination Failures in Keynesian Models". *Q. J. Econ.*, vol. 103, pp. 441-463. doi:10.2307/1885539
- Cowan, R. y Jonard, N. (2004). "Network Structure and the Diffusion of Knowledge". *J. Econ. Dyn. Control*, vol., 28, pp. 1557-1575. doi:10.1016/j.jedc.2003.04.002
- Durlauf, S. N. (2005). "Complexity and Empirical Economics". *Econ. J.*, vol. 115, pp. 225-243. doi:10.1111/j.1468-0297.2005.01003.x
- (1993). "Nonergodic Economic Growth". *Review of Economic Studies*, vol. 60, pp. 349-366.
- Ellison, G. y Fudenberg, D. (1993). "Rules of Thumb for Social Learning". *J. Polit. Econ.*, vol. 101, pp. 612-643.
- Fagerberg, J. (1995). User-Producer Interaction, Learning and Comparative Advantage. *Camb. J. Econ.*, vol. 19, pp. 243-256.
- Glaeser, E. L.; Sacerdote, B. I. y Scheinkman, J. A. (2003). "The Social Multiplier". *Journal of the European Economic Association*, vol. 1, pp. 345-353.

- Glaeser, E. L. y Scheinkman, J. (2000). "Non-Market Interactions". *Natl. Bur. Econ. Res. Work. Pap. Ser.* n° 8053.
- Guiso, L. y Schivardi, F. (2007). "Spillovers in Industrial Districts". *Econ. J.*, n° 117, pp. 68-93.
- Hartmann, W. R.; Manchanda, P.; Nair, H.; Bothner, M.; Dodds, P.; Godes, D.; Hosanagar, K. y Tucker, C. (2008). "Modeling Social Interactions: Identification, Empirical Methods and Policy Implications". *Mark. Lett.*, vol. 19, pp. 287-304. doi:10.1007/s11002-008-9048-z
- Ioannides, Y. M. y Topa, G. (2010). "Neighborhood Effects: Accomplishments and Looking Beyond Them". *J. Reg. Sci.*, vol. 50, pp. 343-362. doi:10.1111/j.1467-9787.2009.00638.x
- Lundvall, B.-Å. (1988). "Innovation as an Interactive Process: from User-Producer Interaction to the National System of Innovation". En Dosi, G., *Technical Change and Economic Theory*, pp. 349-369. Pinter, Londres: Pinter.
- (1985). *Product Innovation and User-Producer Interaction*. Aalborg: Aalborg University Press.
- Manski, C. F. (2000). "Economic Analysis of Social Interactions". *J. Econ. Perspect.*, vol. 14, pp. 115-136.
- (1993). "Identification of Endogenous Social Effects: The Reflection Problem". *Rev. Econ. Stud.*, vol. 60, pp. 531-542.
- Martin, R. y Sunley, P. (2007). "Complexity Thinking and Evolutionary Economic Geography". *J. Econ. Geogr.*, vol. 7, pp. 573-601. doi:10.1093/jeg/lbm019
- Meade, J. E. (1952). "External Economies and Diseconomies in a Competitive Situation". *Econ. J.*, vol. 62, pp. 54-67.
- Metcalfe, J. S.; Foster, J. y Ramlogan, R. (2006). "Adaptive Economic Growth". *Camb. J. Econ.*, vol. 30, pp. 7-32. doi:10.1093/cje/bei055
- Nelson, R. R. (1991). "Why Do Firms Differ, and How Does It Matter?". *Strateg. Manag. J.*, vol. 12, pp. 61-74. doi:10.1002/smj.4250121006
- (1981). "Research on Productivity Growth and Productivity Differences: Dead Ends and New Departures". *J. Econ. Lit.*, vol. 19, pp. 1029-1064.

- Potts, J. (2000). *The New Evolutionary Microeconomics: Complexity, Competence and Adaptive Behaviour*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Schelling, T. C. (1971). "Dynamic Models of Segregation". *J. Math. Sociol.*, vol. 1, pp. 143-186. doi:10.1080/0022250X.1971.9989794
- Schumpeter, J. A. (1994). *Capitalism, Socialism and Democracy*. Londres: Routledge.
- (1978). *Teoría del desenvolvimiento económico. Una investigación sobre ganancias, capital, interés y ciclo económico*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Shiller, R. J. (1995). "Conversation, Information, and Herd Behavior". *Am. Econ. Rev.*, vol. 85, pp. 181-185.
- Simon, H. A. (1962). "The Architecture of Complexity". *Proc. Am. Philos. Soc.*, vol. 106, pp. 467-482.
- Topa, G. (2001). "Social Interactions, Local Spillovers and Unemployment". *Rev. Econ. Stud.*, vol. 68, pp. 261-295. doi:10.1111/1467-937X.00169
- Von Hippel, E. (1976). "The Dominant Role of Users in the Scientific Instrument Innovation Process". *Res. Policy*, vol. 5, pp. 212-239. doi:10.1016/0048-7333(76)90028-7
- Watts, D. J. (2006). *Seis grados de separación: la ciencia de las redes en la era del acceso*. Barcelona: Paidós.

Capítulo 21

Complejidad sociotécnica, innovación y desarrollo. Convergencias entre los estudios sociales de la tecnología y la economía evolucionista neoschumpeteriana orientada a sistemas complejos

Leandro Lepratte

Introducción

El estudio de la innovación, el cambio tecnológico y el desarrollo en el capitalismo contemporáneo ha cobrado relevancia en los últimos cincuenta años a raíz de la introducción del conocimiento como fenómeno de estudio desde posiciones ortodoxas y heterodoxas, aunque con diferencias analíticas y explicativas sustanciales entre ellas.

Dos de las trayectorias académicas emergentes enfocadas en estos fenómenos son: los estudios de innovación y los estudios sociales de la ciencia y tecnología –*Science and Technology Studies*, STS– (Fagerberg, Landström y Martin, 2012). En el caso de los estudios de innovación, es la *economía de la innovación y el cambio tecnológico* –EICT– la que mayor peso ha tenido en la configuración de dicho cambio (Fagerberg y Verspagen, 2009; Fagerberg, Fosaas y Sapprasert, 2012). Mientras que en la trayectoria STS la historia y filosofía de la ciencia y de la tecnología y los *estudios sociales de la ciencia y la tecnología* –ESCYT– comparten el lugar de importancia (Martin, 2012).

La *economía de la innovación y el cambio tecnológico* surge en los setenta con un enfoque crítico a las posturas neoclásicas y con una visión dinámica y sistémica de la realidad económica. Propone comprender

los procesos de crecimiento y transformación económica a partir de la *innovación* y el *cambio tecnológico*. Por su parte, los *estudios sociales de la ciencia y la tecnología* (STS) se conformaron hacia finales de los años sesenta y principios de los setenta, como reacciones críticas a las posturas esencialistas y triunfalistas de la ciencia y al modelo lineal en las políticas de ciencia y tecnología (López Cerezo, 1998; Fuller, 1995). La trayectoria STS, en sus diferentes vertientes iniciadas en los países desarrollados, fue migrando progresivamente de los enfoques centrados en las condiciones sociales de la ciencia (estudios sociales de la ciencia) hacia la relación de la tecnología con la sociedad, a partir de los aportes relativistas y constructivistas de los estudios sociales de la tecnología (Woolgar, 1991).

La trayectoria de los *estudios sobre innovación* (en particular, los de economía de la innovación y el cambio tecnológico) y los *estudios STS* han tenido en América Latina una dinámica particular (Thomas y Kreimer, 2004; Arellano, 2012). El origen del campo ciencia, tecnología y sociedad¹ (CTS) fue generado por científicos de las disciplinas externas al ámbito de las ciencias sociales. Se los denomina los iniciadores del *pensamiento latinoamericano en ciencia, tecnología y sociedad* (Kreimer, 2007), con un carácter de *movimiento* más que de institucionalidad académica (Vacarezza, 1998), cuestión que se revierte entre 1980 y 2000. La institucionalización académica fue generando una proliferación de estudios de base empírica y la adscripción explícita a marcos teóricos generados fuera de la región, como la teoría del actor red (TAR), los enfoques de la construcción social de la tecnología (SCOT), entre otros del legado relativista-constructivista de los STS.² Este mismo fenómeno de institucionalización se dio también en el plano de las políticas de ciencia y tecnología, en particular en la inclusión de los instrumentos orientados a la promoción de la innovación, usando modelos exógenos de países desarrollados³ (Casas y Luna, 1996; Villavicencio, 2009; Arellano y Kreimer, 2011; Lepratte, 2016).

Lo relevante de esta situación es que, si bien para algunos autores la economía de la innovación y el cambio tecnológico (EICT) ha sido uno de los aportes más importantes a la tradición del campo CTS en América La-

¹ Para un ejercicio de reflexividad de esta dinámica en América Latina, ver Thomas y Kreimer (2004). Arellano (2012) propone otras alternativas de interpretación de la evolución del campo.

² Arellano y Kreimer (2011) señalan esta utilización acrítica de ciertos enfoques en la región, en los que se han logrado solo algunas adaptaciones.

³ Dagnino y Thomas (2002) advierten sobre esto al referirse al fenómeno del neovin- culacionismo.

tina (Thomas y Kreimer, 2004; Arellano y Kreimer, 2011), desde la propia trayectoria de los aportes evolucionistas y neoschumpeterianos en la región se han ido estableciendo procesos particulares de diferenciación, legitimación e institucionalización que no reconocen la participación plena en este campo (Yoguel *et al.*, 2013).⁴ Otro elemento particular de la dinámica de ambas trayectorias en la región es que, si bien sus trabajos han logrado evidenciar el carácter global de los procesos de innovación y cambio tecnológico, progresivamente aparecieron estudios en América Latina que se centraron en *particularismos*, en trayectorias locales, modos de aprendizajes específicos y desarrollo de capacidades endógenas. “La paradoja es que esto condujo a poner atención sobre el saber local y las prácticas situadas, aun sabiendo que la reflexión es mundial” (Arellano, 2012: 24).

Junto a esta paradoja existe una cuestión complementaria, que excede a su vez la particularidad de la orientación de estas trayectorias en el contexto de América Latina; en los países desarrollados y en nuestra región, las *interacciones entre los estudios sociales de la tecnología y la economía evolucionista neoschumpeteriana, desde el punto de vista teórico y metodológico, prácticamente han sido inexistentes* (Kreimer y Thomas, 2004; Arellano, 2012). De este modo, la casi nula interacción convergente entre las trayectorias en el plano teórico e investigativo constituye el *espacio de problematización* de este trabajo.

Bruun y Hukkinen (2003), quienes han planteado uno de los escasos aportes de convergencias entre ciertos aportes teóricos de ambas trayectorias a nivel internacional, afirman que:

Tanto la economía como la sociología estudian la ciencia y la tecnología. Sin embargo, el nivel de interacción entre las dos disciplinas parece ser bajo, y la relación entre las aproximaciones sociológicas y económicas al tema es raramente discutida. Es en verdad fascinante que discursos sobre un mismo tema puedan hoy, en un mundo de flujos de información globalizada, encontrarse tan separados. Las antologías económicas sobre el cambio tecnológico raramente contienen contribuciones del campo de los estudios de la ciencia y la tecnología y viceversa. La negación es mutua (Bruun y Hukkinen, 2003: 186).

⁴ Aún restan ejercicios de reflexividad compartida entre ambas trayectorias que puedan considerar por qué se han dado estos procesos.

Este *contexto de problematización* generó una serie de preguntas clave: ¿es posible plantear algún tipo de convergencia entre EICT y ESCYT para estudiar problemas sobre innovación, cambio tecnológico y desarrollo en América Latina? De ser posible, ¿cuáles serían las posibilidades de convergencia?, ¿dependen estas de supuestos ontológicos, epistemológicos y teóricos?, ¿de qué manera las posibilidades de convergencia permitirían generar un programa de investigación para América Latina?, ¿en qué forma podría este programa tener implicancias en el campo de las políticas de ciencia, tecnología e innovación para hacer frente a los recurrentes modelos exógenos que se aplican en la región?

La metodología utilizada de reciente relevancia en el ámbito anglosajón (Swedberg, 2012 y 2014) es el enfoque de *teorización* en las ciencias sociales. La metodología se estructuró a partir del *objetivo principal* de este trabajo que es construir un esquema conceptual-interpretativo (*framework*) a partir de ciertos aportes de los *estudios sociales de la tecnología* (EST) y de la *economía evolucionista neoschumpeteriana orientada a sistemas complejos* (EEC),⁵ que permita abordar *problemas relacionados con procesos de innovación, cambio tecnológico y desarrollo* desde una *perspectiva latinoamericana*.⁶ Este objetivo llevó implícita una serie de alcances específicos que representan un ejercicio de teorización de cinco momentos analíticos interdependientes.

El capítulo se organiza inicialmente con una explicación del ejercicio de teorización efectuado, luego se exponen los momentos analíticos 1 al 3 del ejercicio de teorización con sus respectivos resultados. Finalmente se mencionan conclusiones en base a las potencialidades de una *agenda convergente de investigación* basada en los aportes de ambas trayectorias y sus implicancias para una *política articuladora de ciencia, tecnología e innovación* con ejes de discusión sobre problemas de desarrollo para la región.

5 En adelante el uso de la denominación *estudios sociales de la tecnología* (EST) y *economía evolucionista neoschumpeteriana orientada a sistemas complejos* (EEC) debe comprenderse como un aporte teórico y conceptual operacionalizado a partir de los hallazgos y supuestos del ejercicio analítico. Mientras que se utilizarán las denominaciones *estudios sociales de la ciencia y tecnología* (ESCYT) y *economía de la innovación y del cambio tecnológico* (EICT) para identificar las trayectorias disciplinares más amplias de donde provienen y se dinamizan los EST y la EEC respectivamente.

6 Por perspectiva *latinoamericana* entendemos aquí el esfuerzo teórico-metodológico por comprender los procesos de innovación, cambio tecnológico y desarrollo conforme a una posición que rechace aquellos aportes de corte *deterministas-universalistas-performativos*, que reafirme posiciones de *especificidad histórica y contextualismo* y que permita el logro de procesos de cambio desde una posición de praxis sociopolítica.

Teorización y momentos analíticos orientados a la convergencia

El *objetivo principal* del ejercicio de *teorización* fue establecer las bases ontológicas, epistemológicas y teóricas de un esquema conceptual-interpretativo (*framework*) convergente. El ejercicio se dio en cinco momentos analíticos que son el resultado de un proceso metodológico guiado por reglas generales de lo que se denomina *teorización*.

¿En qué consiste la teorización? Es un proceso de pensamiento cuyo objetivo es la producción de teoría sin negar las preexistentes pues se nutre de estas (Swedberg, 2014: 1). De la tríada teorización-teorizar-testeo de teoría, el más olvidado ha sido el primero. Lo que reclaman los autores enrolados en esta postura en las ciencias sociales es que se recobre la importancia que tuvo en algún momento para estas la *teorización*, ya que fue relegada a un plano de escasa importancia por destinarse al contexto de descubrimiento por influencia popperiana. De esta forma, el enfoque metodológico de la *teorización* se considera como una fase de *pre-estudio o descubrimiento*, que luego se complementa con una de justificación o estudio. En la propuesta de Swedberg y otros autores relacionados con ella, la fase de teorización conlleva una serie de reglas no rígidas ni exclusivas (Swedberg, 2014). De esta forma la teorización tiene cuatro reglas básicas: observe y elija algo interesante (regla 1); nombre y formule conceptos centrales (regla 2); explicita la teoría (regla 3); complete la teoría tentativa, incluyendo explicaciones (regla 4) (Swedberg, 2012).

Los momentos 1 y 2 del ejercicio de teorización que se llevó adelante en este trabajo tomaron elementos de la regla 1; se propuso seleccionar una problemática que requiriese una indagación de carácter creativa, motivadora e inspiradora para la producción de teoría, en este caso convergente (Knorr Cetina, 2014). Mientras que el momento 3 se acerca a lo planteado en la regla 2: tomar conceptos en desuso, generar nuevos conceptos o resignificar otros existentes. Las reglas 3 y 4 se plasman en el momento 4, lo cual significa colocar los conceptos y sus definiciones en esquemas analíticos basados en diferentes herramientas heurísticas y que contengan explicaciones teóricas sobre los fenómenos considerados

El primero de los momentos consideró los antecedentes de *convergencia preliminares* a nivel internacional y latinoamericano que se han dado entre los estudios sociales de ciencia y tecnología y la economía de la innovación y el cambio tecnológico y que fijan ciertos *supuestos generales para la selección* de aportes teóricos de dichas trayectorias. El segundo consistió en explorar las posibilidades de convergencia ontoló-

gica entre los EST y la EEC, analizando las implicancias epistemológicas, teóricas y analíticas generales. El tercer momento analizó, en base a las posibilidades de convergencia, la generación de una *agenda convergente de investigación*, fijando dimensiones analíticas específicas que constituyan núcleos de investigación. El cuarto momento se orientó a esbozar un marco conceptual-interpretativo (*framework*) que permita generar estudios de base empírica en torno a la unidad de análisis híbrida de los *sistemas sociotécnicos de producción e innovación*. Y el quinto plantea una propuesta de políticas de ciencia, tecnología e innovación *articulatorias*, capaces de ser orientadas al desarrollo latinoamericano en sentido multidimensional. A continuación se exponen los resultados de los momentos 1 al 3.

Antecedentes y posibilidades de convergencias preliminares (momento 1)

Los programas de investigación y construcciones teóricas que relacionen en sentido convergente a los ESCYT y a la EICT *han sido escasos a nivel internacional y más aún en América Latina*. A pesar de cierto reconocimiento de la falta de convergencia y de las críticas a cada una de las trayectorias, existen antecedentes recientes que plantean acercamientos parciales. De estos se buscó, en el momento 1, encontrar elementos reflexivos y operativos para avanzar en el proceso de teorización.

Un trabajo seminal por intentar establecer “puentes” EICT y ESCYT sobre los problemas del cambio tecnológico fue el de Donald Mackenzie (1990), que recupera el trabajo evolucionista fundacional de Nelson y Winter de los setenta y los abordajes *etnográficos* sobre la construcción de mercados y el cambio tecnológico (*etnoaccountancy*). Otra línea antecedente importante es la denominada Escuela de Twente de corte cuasievolucionista. Estos autores afirman que la economía evolucionista y el constructivismo (*social construction of technology*) podrían establecer aportes convergentes en el marco de la *evaluación constructiva de tecnologías* (Van del Belt y Rip, 1987; Schot y Rip, 1997). Los miembros de esta escuela utilizan la perspectiva multinivel para hacer *más sociológica* la comprensión de los procesos evolutivos de variación, selección y retención que forman parte de la tradición económica evolucionista. Consideran que los estudios sociales de la tecnología y la economía de la innovación han efectuado importantes aportes para comprender la no linealidad de los desarrollos tecnológicos, su dependencia de las contingencias de diferentes circuns-

tancias, como así también el papel de los actores involucrados en dichos procesos. También plantean una crítica a los permanentes intentos de generalizaciones por parte de los estudios sobre la tecnología que pierden de vista los aspectos propios de la “complejidad del mundo real” (Rip, 1995: 418). En este sentido convergente, afirman tener en cuenta las trayectorias divergentes de los desarrollos de tecnologías, los aportes de Freeman acerca del carácter *situado* de la construcción de tecnologías y la interacción entre artefactos e infraestructuras institucionales.

Otros, como Windrum (1999), utilizan aportes de ambas trayectorias para el estudio de las *transiciones tecnológicas* y los problemas sobre *rupturas de efectos lock-in en sistemas sociotécnicos*. El autor retoma los trabajos de Arthur sobre efectos *lock-in* e introduce elementos de análisis de *networks* y cuasievolucionistas para rescatar el rol de la heterogeneidad de la demanda y los grupos sociales relevantes en el desarrollo de nuevas tecnologías.

En un esfuerzo por reconstruir lo más avanzado de los “estudios sobre innovación” en países desarrollados, Rossi (2002) toma los diversos puntos de conexión entre enfoques económicos, sociológicos e históricos orientados al análisis de los procesos de innovación. La autora concluye que, más allá de las especificidades conceptuales, aparecen *aspectos generales de convergencia* entre los diferentes enfoques, tales como la oposición a los modelos lineales, el análisis de la dimensión cognitiva de las organizaciones, la importancia de los procesos de aprendizaje y los conocimientos tácitos y los avances en análisis de redes.

Uno de los más significativos esfuerzos de convergencia a nivel internacional ha sido el trabajo de Bruun y Hukkinen (2003), que hemos mencionado ya. Estos buscan triangular la teoría del actor red, la construcción social de la tecnología y la economía evolucionista planteando las posibilidades de construir un *framework* a través de una *selección de elementos comunes de carácter analítico*. Estos autores intentan buscar relaciones entre tres marcos teóricos: la economía evolucionista, la construcción social de la tecnología y la teoría del actor red. Otro aporte importante es el de Frank Geels (2005, 2007 y 2010), que busca relacionar la economía evolucionista, los estudios sociales de la tecnología y de gestión de la innovación tecnológica vinculados al concepto de *sistemas sociotécnicos*. Los aportes analíticos y empíricos desarrollados por este autor muestran explícitamente las posibilidades de convergencia *vía modelos multinivel* y de análisis del tipo *inter-ontology crossover*.

En América Latina se han planteado algunos acercamientos centrados en trabajos de corte empírico que recurren a conceptualizaciones y modelos teóricos provenientes de algunas de estas trayectorias. Uno de los primeros trabajos fue el “megaproyecto de polímeros” (Dutrénit *et al.*, 1996); luego aparecen estudios sobre redes de conocimiento (Casas y Luna, 2001; Casas, De Gortari y Santos, 2000; Casas, 2006; Villavicencio, 2000) inspiradas en los aportes de Callon (1989) sobre redes y Freeman (1991) acerca de redes de información y comunicación, que se articularon con los aportes de sistemas de innovación y de los procesos de innovación comprendidos en términos interactivos (Von Hippel, 1988).

En el campo de los estudios sociales de la ciencia y tecnología, poniendo de relevancia las *cuestiones sociales* del continente, hubo algunas contribuciones de autores que analizaron la relación entre ciencia, tecnología y desarrollo (Ocampo, Patlán y Arellano, 2003). Es Thomas (2008 y 2010) quien pone mayor énfasis en el problema de la convergencia entre ambas trayectorias en la región y propone una serie de conceptos que incorpora en su esquema de análisis sociotécnico. Más recientemente el planteo de tecnologías sociales (Dagnino, 2009) explicita un marco analítico-conceptual sustentado en los enfoques sobre tecnologías apropiadas, la teoría del actor red, la economía de la innovación, la teoría crítica sobre la tecnología, análisis sociotécnicos y el análisis de políticas de CyT de la tradición latinoamericana (Thomas, Fressoli y Santos, 2011). El momento analítico 1 permitió esclarecer que, a pesar de haber existido esfuerzos aislados de *convergencias preliminares* que marcan indicios para establecer relaciones y posibles convergencias futuras, ambas trayectorias han avanzado en forma paralela y con escaso diálogo. Estos antecedentes de intentos de convergencias preliminares definieron en nuestro proceso de teorización una serie de *supuestos operativos*: explorar las posibilidades de convergencia ontológica de los aportes teóricos seleccionados (Geels y los aportes de la Escuela de Twente), definir una estrategia epistemológica que permita la convergencia teórica de estos aportes (Geels), proponer una serie de dimensiones analíticas convergentes a partir de la estrategia epistemológica seleccionada (Bruun y Hukkinen), fijar una agenda de investigación que permita el despliegue de los avances convergentes logrados y supere las críticas a las limitaciones de cada enfoque, y articular las dimensiones analíticas con problemas sobre innovación, cambio tecnológico y desarrollo en América Latina (recuperando los esfuerzos aislados de ambas trayectorias).

El hallazgo de *convergencias preliminares*, en base a *aspectos generales de convergencia*, el *análisis de antecedentes relevantes* y la *definición de ciertos supuestos operativos para explorar convergencias*, que son resultados del momento analítico 1, dieron lugar a los momentos analíticos 2 y 3.

Los aportes al framework: economía evolucionista neoschumpeteriana orientada a sistemas complejos y estudios sociales de la tecnología (momento 2)

El momento analítico 2 tuvo como cometido analizar, en base a los supuestos del contexto de problematización (aportes no deterministas, especificidad histórica, contextualismo y praxis sociopolítica orientada a problemas del desarrollo en América Latina) y los criterios surgidos de las *convergencias preliminares* del momento analítico 1, de qué manera desde el punto de vista ontológico, epistemológico y teórico se podrían establecer convergencias entre ciertos aportes de las trayectorias de ESCYT y de EICT.

De la economía de la innovación y el cambio tecnológico se tomaron los aportes recientes de ciertos autores de la *economía evolucionista neoschumpeteriana orientada a sistemas complejos* –EEC– (Dopfer, 2011a; Foster, 2005; Foster y Metcalfe, 2001; 2009; Antonelli, 2011; Bloch y Metcalfe, 2011; Saviotti y Pyka, 2008; Saviotti, 2011; Consoli y Patrucco, 2011), que plantea también esfuerzos de teorización a nivel latinoamericano (Robert y Yoguel, 2011; Dutrénit *et al.*, 2011). Y de la trayectoria de *estudios sociales de la ciencia y la tecnología*, se tomaron la teoría del actor red (Callon, 1987, 1992, 1998, 2001, 2006; Latour, 1999, 2007, 2008; Law, 1987, 2009), la construcción social de la tecnología (Bijker, 1987, 1993 y 1995; Pinch y Bijker, 1984, 1987; Pinch, 1996, 2008) y los aportes latinoamericanos de análisis sociotécnico (Dagnino, 2010; Thomas, 2008).⁷

Del análisis surgido del momento 2 de los aportes seleccionados de ambas trayectorias, con las críticas y actualizaciones que estas poseen, podemos considerar una serie de *posibilidades de convergencias ampliadas* bajo el supuesto de que los aportes del evolucionismo neoschumpeteriano orientado a sistemas complejos y los estudios sociales de la tecnología y su perspectiva sociotécnica intentan superar las paradojas clásicas de las

⁷ Como no está en los alcances de este capítulo elaborar una presentación en detalle de cada uno de los aportes, se resaltan los conceptos y proposiciones más relevantes de cada una de ellas que servirán luego para establecer una agenda de investigación convergente y unidades de análisis.

ciencias sociales entre lo micro-macro, actor-estructura, entre otras. Lo que nos conecta, desde el momento 2, con un plano de análisis ontológico que tiene luego implicancias teóricas y metodológicas. A continuación se exponen los elementos teóricos y conceptuales más relevantes que fundamentan estas posibilidades de convergencias ampliadas.

Evolucionismo neoschumpeteriano orientado a sistemas complejos

Los aportes de la *economía evolucionista neoschumpeteriana orientada a sistemas complejos* comparten supuestos básicos de la economía evolucionista en los que la innovación y el cambio tecnológico son considerados los motores del crecimiento y transformación de la economía capitalista (Antonelli, 2011: 6). El esfuerzo de los teóricos de esta trayectoria se centra en generar modelos explicativos capaces de comprender la estructura y características dinámicas de los sistemas económicos y cómo se pueden representar analíticamente (Foster, 2005). Para los autores de esta trayectoria un *sistema complejo* presenta una serie de propiedades (Foster, 2005): i) son estructuras disipativas, ii) mantienen sus límites pero al mismo tiempo, por su condición de sistemas abiertos, se conectan⁸ a un entorno que contiene otros sistemas y estas conexiones permiten la emergencia de complejidades organizadas con mayores niveles de agregación, iii) presentan cierto grado de irreversibilidad estructural y experimentan procesos evolutivos que deben ser comprendidos en términos históricos (fases emergentes, crecimiento, estacionalidad y transiciones estructurales).

El orden *emerge* cuando la *variedad* (nuevos elementos no conectados) es incluida en una complejidad organizada (procesos de *especialización* e *integración*), mientras que el desorden aparece cuando surge la variedad (ya sea por desconexiones, rupturas o nuevos elementos). De esta manera, un sistema económico entendido en términos de las propiedades de los enfoques de complejidad se dinamiza como *contexto* donde se generan y permiten o no la emergencia de formas de producción, innovaciones, procesos de cambio tecnológico y cambio estructural (Antonelli, 2011; Dopfer, 2011a; Bloch y Metcalfe, 2011). La interacción entre innovación, cambio tecnológico y cambio estructural de estos sistemas impulsa *pro-*

⁸ Foster (2005) advierte que las conexiones entre sistemas que comparten un entorno pueden ser complementarias, competitivas, combativas, predatorias.

cesos dinámicos no ergódicos. Es decir que la *historicidad* de estos sistemas provoca fuertes influencias en sus dinámicas pero no condiciona absolutamente los acontecimientos futuros. De ahí que pequeños eventos puedan cambiar la trayectoria del sistema, como en el caso de las innovaciones (David, 1994; Antonelli, 2007; Antonelli, 2011; Foster, 2005). Si bien a estos fenómenos emergentes de los sistemas (producción, innovación, cambio tecnológico y cambio estructural) se los reconocen como propiedades inherentes a las trayectorias históricas de los sistemas (Dopfer, 2005), la inclusión de las posibilidades de *respuestas creativas*, permiten la incorporación de la intencionalidad de las organizaciones y sus potencialidades cognitivas, vía competencias acumuladas, rutinas y procesos de aprendizajes, que permiten cambiar estas trayectorias y crear nuevas en procesos incrementales o radicales.

Las *respuestas creativas* (Schumpeter, 1947) de los agentes son *localizadas y se dan en una red de interacciones* bajo dinámicas de recursividad, y aparecen como fenómenos de un *proceso histórico*, que implica incentivos para el cambio, contextos de acción e interacciones de mercado, sociales y cognitivas (Antonelli, 2011; Arthur, 1990). Esto da lugar a dos cuestiones clave de este enfoque: el rol de las *networks* y el del aprendizaje y la generación de conocimiento. Las interacciones son un componente fundamental de las dinámicas económicas bajo las premisas de la complejidad ya que estas últimas se dan cuando una serie de agentes heterogéneos deciden intencionalmente cambiar sus formas de conexión y avanzan en la estructuración de *networks* con diferentes alcances. Antonelli (2011) advierte no obstante que las formas de interacción en sistemas económicos no solo se dan en los mercados y en relaciones de transacción, sino también en las interacciones cognitivas que posibilitan transacciones de conocimientos entre agentes. Las interacciones y transacciones cognitivas son esenciales para identificar el grado de virtuosidad para el desarrollo de innovaciones que tiene la complejidad organizada de un sistema, ya que definen, en gran medida, el contexto en el cual las *relaciones generativas* (*generative relations*) pueden originarse y dar lugar a respuestas creativas por parte de los agentes. El concepto de *generative relationship* supone que el proceso cognitivo más importante en la innovación es la generación de nuevos atributos y que en este tipo de interacciones esta puede darse en espacios de agentes-artefactos dentro de las organizaciones o entre organizaciones (Lane, 2011). Así los efectos *feedback* positivos hacen posible que la estructura de los sistemas económicos complejos pueda ser afectada por las conductas intencionales de las organizaciones, ya sea

por la introducción de innovaciones o por nuevas *networks* de interacción. Operando en esta dimensión cognitiva⁹ de los sistemas complejos, Dopfer (2011a) propone un proceso de cambio tecnológico en los sistemas económicos bajo premisas de complejidad que relaciona las dimensiones micro-meso-macro. La economía es concebida así como un sistema compuesto por organizaciones que son portadoras de conocimiento para desarrollar operaciones económicas. Además, el conocimiento no solo es actualizado en las organizaciones, sino también en los *artefactos culturales* que estas producen, intercambian y consumen. De esta forma la dinámica coevolutiva micro-meso-macro de los sistemas económicos complejos es conducida por la diferenciación de las actividades de los agentes y los cambios en los marcos institucionales que coordinan la división del trabajo entre estos (Consoli y Patrucco, 2011), por lo cual el *cambio estructural* de los sistemas resulta ser un proceso endógeno.

Los autores de esta perspectiva coinciden, en cierta forma, en que la dimensión mesoeconómica es la dimensión *histórica* del sistema en la que se inscribe la trayectoria dinámica del cambio. Opera como memoria del sistema que condiciona conductas pero que a su vez puede ser modificada por las reacciones creativas que se dan en los espacios de agentes-artefactos (Antonelli, 2011; Dopfer, 2011a). El núcleo conceptual del análisis evolucionista económico (Dopfer, 2011a) es el lugar donde las reglas representan la tensión entre el orden y el cambio, entre el equilibrio (inestable) y el desequilibrio.

La *innovación* es entendida entonces como una propiedad emergente de un sistema complejo que opera bajo principios de desequilibrio en una permanente relación de *feedback* entre sus dimensiones micro-meso-macro (Antonelli, 2011; Dopfer, 2011a). En consecuencia, los aprendizajes y la generación de conocimiento son el *premio a la creatividad económica y una señal de la novedad emergente* en el mercado (Metcalfe, 2010).

En América Latina, en los últimos tiempos, en diálogo con una renovada literatura en el campo del desarrollo económico (Ocampo, 2005; Amsdem, 2004; Cimoli y Porcile, 2010, entre otros), fue surgiendo la necesidad de integrar elementos teóricos de microcomplejidad propuesta por los enfoques neoschumpeterianos y evolucionistas sobre la innovación y la macrocomplejidad considerada por el estructuralismo y la economía poskeynesiana.

⁹ Esta cuestión ya fue introducida por Foster (2005) como característica diferencial de los sistemas complejos que relacionan a seres humanos.

Robert y Yoguel (2011) y Dutrénit (2011) han planteado así una contribución teórica, basada en la teoría de sistemas complejos, que integra ambas perspectivas. El objetivo central de dicha integración es propiciar el análisis de las dinámicas de innovación y cambio estructural en los países en desarrollo considerando las interacciones generadas a nivel micro, meso y macroeconómico. Sostienen que esas dinámicas pueden ser caracterizadas por la modalidad e intensidad que adoptan los siguientes tres procesos: el proceso de competencia, el proceso de cambio estructural y el proceso de causación acumulativa. Estos tres procesos adoptarán características específicas en sistemas productivos y de innovación según el nivel de desarrollo que tengan. Estos procesos, junto con el perfil de la matriz institucional favorable o adversa a la innovación (Rivera Ríos *et al.*, 2009; Rivera Ríos, 2010), repercuten vía efectos *feedback* en la conducta productiva e innovativa de las firmas. De esta forma, de la interacción y de los mecanismos de retroalimentación entre la matriz institucional, los procesos y las capacidades de las organizaciones, la innovación emerge endógenamente como resultado de un fenómeno sistémico. La hipótesis fundamental de este planteo es que en los países en desarrollo, como los de América Latina, los perfiles de especialización productiva sustentados en bienes primarios y la matriz institucional regresiva, junto con los problemas y el déficit de capacidades y competencias micro de las organizaciones y su vinculación con otras organizaciones, impactan en sentido negativo sobre las posibilidades de emergencia de innovaciones y procesos de cambio estructural. Esto deja abierta una cuestión de tipo sociopolítica, al establecer necesidades de cambios a nivel económico, social e institucional y al resaltar la necesidad de impulsar respuestas creativas con impacto en la movilización social y los cambios estructurales.

Estudios sociales de la tecnología

La otra trayectoria relevante es la de los *estudios sociales de la tecnología*. Estos parten de una perspectiva metodológica basada en la metáfora del “tejido sin costuras” (*seamless web*) que busca romper con los determinismos tecnológicos y sociales acerca de los problemas de ciencia, tecnología y sociedad (Hughes, 1983, 1986; Bijker, Hughes y Pinch, 1987). Para estos autores :

el desarrollo de tecnologías no debe ser explicado como un desarrollo lineal de conocimiento técnico, influenciado por factores sociales externos, sino que constituye un entramado en el que se integran, de manera compleja, hechos heterogéneos (artefactos, instituciones, reglas, conocimientos...) y actores diversos (ingenieros, empresarios, agentes políticos, usuarios...), de forma no lineal (Thomas, 2011).

En línea con Bijker (1995), lo sociotécnico implica una postura teórico-metodológica pero también un enfoque de unidades de análisis complejas que requieren comprender que *lo técnico es socialmente construido y lo social es tecnológicamente construido* (Thomas, 2008). Debido a que parten de la idea de que las redes de la sociedad moderna no están divididas analíticamente en partes económicas, científicas, políticas, tecnológicas, no aceptan las distinciones *a priori* sobre la relación entre tecnología y sociedad (tampoco sobre lo político, lo económico, lo social, etcétera), sino que las introducen en una *perspectiva simétrica* de relación entre ellas (Latour, 2008; Law, 2009).

Lo “sociotécnico” (Thomas, 2012: xx) aparece así como una posibilidad de “describir procesos de cambio tecnológico e innovación a través de conceptualizaciones dinámicas, descritas en términos de *relaciones, procesos y trayectorias*” ya que ofrece análisis más complejos con respecto a los estudios de estos problemas centrados en *sujetos aislados, artefactos singulares, situaciones originales o factores de existencia universal*. Existe una serie de aportes centrales en esta trayectoria de estudios sociales de la tecnología, entre los que hemos seleccionado i) la teoría del actor red, ii) la construcción social de la tecnología y iii) los análisis sociotécnicos latinoamericanos. A continuación realizamos una descripción de los principales componentes teóricos y conceptuales de cada uno de ellos.

Teoría del actor red (TAR)

Uno de los aportes más relevantes considerados desde los abordajes sociotécnicos de los estudios sociales de la tecnología es la teoría del actor red (TAR).

Tal como lo señala John Law:

La teoría del actor red es una familia dispar de herramientas semiótico-materiales, sensibilidades y métodos de análisis que tratan a los elemen-

tos de los mundos sociales y naturales como continuos generados por el efecto de las redes de relaciones en las que se ubican. En consecuencia, estos no tienen realidad o forma fuera de esas relaciones. Los estudios desde la perspectiva TAR exploran y caracterizan las webs y las prácticas que ellos realizan. Como otros enfoques semiótico-materiales, el enfoque del actor red describe la aparición de relaciones que son material y discursivamente heterogéneas y que producen y coordinan todo tipo de actores, incluyendo objetos, sujetos, seres humanos, máquinas, animales, “naturaleza”, ideas, organizaciones, desigualdades, escalas, tamaños y localizaciones geográficas (Law, 2009: 141).

La TAR es una aproximación posestructuralista que nos interpela a explorar las estrategias, relaciones, pequeñas escalas, en su heterogeneidad como actores red y en su productividad que las hace particulares Law (2009). Desde una perspectiva de “tejido sin costuras” y simetría generalizada, comprende a la tecnología como generadora de procesos de irreversibilidad y reversibilidad que sobrepase el dilema de la distinción micro-macro.

Una red tecnoeconómica es un conjunto *coordinado* de actores heterogéneos (humanos y no humanos) que participan colectivamente en la concepción, desarrollo, producción y distribución o difusión de procedimientos para la producción de bienes y servicios, algunos de los cuales dan lugar a transacciones de mercado (Callon, 1987). Las redes tecnoeconómicas se pueden analizar en términos de emergencia, incremento, cercamiento y desmembramiento ya que los actores que las componen poseen grados de libertad significativos que les permiten desarrollar estrategias e innovaciones que den lugar a imprevistos en la red. La ontología de esta teoría plantea una heterogeneidad fundante de la realidad dada por un entramado de humanos y no humanos con configuraciones variables y dinámicas propias. Esta ontología deviene también una *temporalidad* (historicidad) planteada en los procesos de *convergencia* e *irreversibilidad*. La *convergencia* da lugar a la conformación de un espacio común entre elementos heterogéneos y la *irreversibilidad* da lugar a la permanencia en el tiempo de esta trama de elementos humanos y no humanos que determina su evolución (su dinámica). Convergencia e irreversibilidad de las redes tecnoeconómicas abren paso al análisis de su *dinámica*. Las redes tecnoeconómicas se configuran en torno a tres polos: científico, técnico y de mercado, que poseen identidades diversas, estrategias y procedimientos propios. La explicación de cómo se genera

un espacio común entre los polos científico, técnico y de mercado debe tomarse de los aportes de la economía y de la sociología (Callon, 1987).

Un *actor red* es aquel que tiene la capacidad de asociar la diversidad de elementos, darles identidad, una historia común y calificar las relaciones entre ellos. Los actores como los intermediarios pueden ser híbridos, como así también individuales o colectivos. Es el observador quien establece una “geometría variable” para cada actor red, una hipótesis sobre su ontología. Cualquier grupo, actor o intermediario describe una red bajo una operación de *traducción* (*translation*) y bajo premisas de *simetría radical*. Un actor red tiene la capacidad de movilizar y traducir intermediarios. Los actores red componen una red tecnoeconómica, por esto el cambio, su dinámica, se comprende por los procesos de convergencia e irreversibilidad, íntimamente ligados al de traducción. La convergencia da lugar a la *coordinación* y *alineamiento* de los actores abriendo paso a un análisis micropolítico del cambio tecnológico en términos de descripción (mapeo) de los componentes de las redes, sus traducciones y modalidades de circulación del poder. También es posible considerar trayectorias de conformación y estabilización de las redes, los conflictos y consensos implícitos en las relaciones entre distintos grupos de actores e intermediarios.

Otro elemento importante es la relación entre irreversibilidad y *aprendizaje* dado que la estabilización y los efectos sistémicos entre actores o entre actores e intermediarios vinculados por procesos de traducción dan lugar a *normalizaciones* que vuelven predecibles las acciones entre ambos. Las nuevas traducciones y por ende los aprendizajes que puedan estar relacionados puján con la *robustez* y *durabilidad* de las traducciones. Callón (1987) considera este momento evolutivo de la red de convergencia e irreversibilidad en términos de *rutinas* en el sentido de Nelson y Winter (1982). Esto permite comprender que diversas traducciones que den lugar a *configuraciones* diversas de redes tecnoeconómicas pueden entrar en puja unas con otras. Cuanto más fuerte es la *coordinación* y el *alineamiento*, más difícil es la emergencia o posibilidad de *articulación* de *nuevas traducciones en la red*, dado que esta opera como una caja negra cuando la *convergencia e irreversibilidad son elevadas*. Esto significa que cuando llega a este punto, la red se refiere a otros actores red como algo “externo” a ella con el que *intercambia* intermediarios. La *puntuación* de una red permite considerar el análisis de sectores industriales, una disciplina científica o un mercado determinado. De esta forma,

el análisis desde la perspectiva de la TAR permite comprender una serie de *durabilidades* materiales y estratégicas y de *estabilidades* discursivas.

Construcción social de la tecnología (scot)

Otro de los aportes relevantes de la agenda sociotécnica de análisis proviene de la perspectiva de la *social construction of technology* (SCOT). Siguiendo la tradición de los trabajos del programa relativista de la sociología del conocimiento de Collins (1983), el constructivismo social de la tecnología de Pinch y Bijker (1987) plantea análisis de objetos que van desde artefactos hasta unidades sociotécnicas complejas. De esta forma una ontología sustentada en el tejido sin costuras que busca sobrepasar perspectivas micro-macro intenta, a través de ejercicios de reflexividad, analizar las *relaciones sociotécnicas en términos de grupos sociales relevantes que constituyen artefactos y generan estos, en cuanto portadores, el cambio tecnológico*. El análisis desde la perspectiva SCOT va desde los artefactos hacia los marcos tecnológicos y de estos a los ensambles sociotécnicos. A través de la deconstrucción de los artefactos se busca considerar sus perspectivas diversas, en lo que se denomina la *flexibilidad interpretativa*. Esta permite explicar el funcionamiento y no funcionamiento de un artefacto conforme al sentido atribuido por los grupos sociales relevantes. Los grupos sociales relevantes son agentes que dotan de interpretaciones a los artefactos. Por esto el desarrollo tecnológico implica una multiplicidad de grupos sociales que otorgan interpretaciones a los artefactos y establecen procesos de negociación sobre su diseño y funcionamiento, entre otros aspectos (Bijker, 1995).

La *clausura* y *estabilización* son dos procesos que dan un cierto cierre –nunca definitivo o pleno– a la flexibilidad interpretativa y plantean el triunfo de un modo de funcionamiento establecido por grupos sociales relevantes (frente a una controversia) (Pinch and Bijker, 1987). En un plano más abstracto de análisis de artefactos, plantean los *marcos tecnológicos* (Bijker, 1995). Estos marcos son: heterogéneos, de dominio cognitivo y social, son cambiantes y se sostienen y transforman por las interacciones entre grupos sociales. Otorgan los objetivos, pensamientos y herramientas de acción que establecen posibilidades de orientación de estrategias futuras. El marco tecnológico es un concepto lo suficientemente amplio para incluir *las teorías en curso, las metas, las estrategias de resolución de problemas y las prácticas de uso respecto*

a una tecnología (Bijker, 1995). Como concepto busca aplicarse a la interacción entre varios actores, de ahí que se asemeje al concepto de redes de Callon. Un marco tecnológico representa cómo un ambiente social estructura las tecnologías y cómo la tecnología repercute en el ambiente social. De esta forma estructura a los grupos relacionados con él, pero no plenamente debido a que existen diferentes grados de inclusión de los grupos, y porque un grupo comparte siempre distintos marcos tecnológicos. Estos se configuran (independientemente de los actores) a través de procesos políticos (el poder aparece como elemento analítico). En este nivel el poder es ejercido y se plantea en forma relacional y presenta dos perspectivas: una semiótica y otra micropolítica. La dimensión semiótica de este poder relacional implica la fijación de determinadas categorías en torno a un orden que son representadas en marcos tecnológicos. Mientras que la dimensión micropolítica implica las prácticas de transformación y estructuración de las acciones de los actores (Bijker, 1995), los *marcos tecnológicos* pueden ser incluidos en su dinámica dentro de los *ensambles sociotécnicos*. Estos ensambles son el tercer nivel de unidades de análisis del constructivismo y pueden utilizarse según exista o no un marco tecnológico dominante o según interactúen distintos marcos tecnológicos que expliquen su comportamiento (Pinch y Bijker, 1987). De esta forma los procesos de cambio tecnológico se construyen socialmente en permanentes tensiones de poder (micropolítico y semiótico), poniendo en juego artefactos, marcos tecnológicos y ensambles sociotécnicos.

Actualizaciones y nuevas perspectivas en los estudios sociales de la tecnología

Recientemente Bijker (2010), para dar respuestas a críticas y considerando resultados de estudios empíricos, reformula someramente los planteamientos iniciales de la SCOT al reconsiderar las unidades de análisis: artefactos, sistemas tecnológicos, ensambles sociotécnicos y culturas tecnológicas. Para los artefactos, los conceptos fundamentales son: grupos sociales relevantes, flexibilidad interpretativa, estabilización y clausura y marco tecnológico. Para los sistemas tecnológicos, plantea la posibilidad de una relación determinista-no determinista entre lo tecnológico y social, incluyendo el concepto de *momentum* de los estudios de grandes sistemas tecnológicos de Hughes, considerando

que a medida que los sistemas tecnológicos, se expanden, se enraízan y se complejizan, generan efectos determinísticos (no plenos) en sus entornos. Los ensambles sociotécnicos, aparecen relacionados con dos conceptos: *closed-in hardness* y *closing-out obturacy*. En la primera existe una alta inclusión de los seres humanos en la tecnología, sobre la que pueden operar y dejar de lado otras. La segunda alternativa implica un mecanismo de exclusión de ciertos seres humanos que no pueden operar sobre esa tecnología. Finalmente introduce la unidad de análisis de las *culturas tecnológicas*, que intentan sobrepasar los reduccionismos del determinismo tecnológico y social (con una crítica de esta forma al constructivismo social ingenuo y no radical), conectándola con un concepto clave: coproducción (o coevolución). Bijker (2010: 71) advierte que con esto no pretende lograr una convergencia entre realismo y constructivismo, ni tampoco proceder hacia un dualismo tecnológico que incluya lo social y lo físico. No porque se oponga sino porque considera que no es necesario efectuarlo en el esquema analítico que él plantea. Al incluir la unidad de análisis de las culturas tecnológicas, Bijker introduce también la dimensión ética al análisis SCOT, incorporando cuestiones relacionadas a problemas políticos, del desarrollo y la vulnerabilidad de las sociedades contemporáneas, en las que la ciencia y la tecnología cumplen un rol preponderante en su coproducción.

En otra perspectiva de actualización, Pinch y Swedberg (2008) reconocen que la economía de la innovación de corte neoschumpeteriana ha dado grandes aportes al estudio de la innovación y el cambio tecnológico en las últimas décadas. Sin embargo, consideran que aún no han logrado abrir la caja negra de la tecnología y que les resta comprometerse aún en un análisis más sofisticado con aportes provenientes de la historia y la sociología de la tecnología. En *Living in the Material World* ambos autores manifiestan que los estudios sobre materialidad, que relacionan a seres humanos y objetos en una realidad compleja pueden brindar, desde la perspectiva de los estudios sociales de la tecnología, nuevas conceptualizaciones y modalidades de comprensión de estos fenómenos. Y recuperan un anterior cometido que era reconciliar economía y la tecnología en un análisis coherente como agenda de las ciencias sociales (Pinch y Bijker, 1987).

Otro campo de actualización proviene de los trabajos de Pinch y Swedberg (2008) sobre el mercado y que Callon establece como programa de

investigación sobre *materialidad*.¹⁰ Su finalidad es superar las dicotomías de la economía, entre los postulados *formalistas* y *sustantivistas*, por considerarlos reduccionismos explicativos de los fenómenos económicos: uno por buscar la respuesta en la conducta racional de los agentes y el otro por considerar exclusivamente los componentes estructurales institucionales y sociales. De esta forma Callon considera que la *economización* es un proceso complejo que intenta captar aquellos fenómenos que se dan en esta dicotomía entre agentes e instituciones, que la economía ya ha señalado y que corresponde a su vez a una vieja tensión en las ciencias sociales: individuo-sociedad, acción-estructura. El mercado, comprendido desde esta perspectiva de los estudios sociales de la tecnología, aparece como un *arrangement* sociotécnico que presenta tres características centrales: i) los mercados organizan la concepción, producción y circulación de bienes según algún modo de derechos de propiedad, ii) un mercado es un *arrangement* de agentes heterogéneos que dinamizan diversas cuestiones (reglas y convenciones, infraestructuras, textos, discusiones, conocimientos científicos y tecnológicos, competencias y capacidades, etcétera) y iii) el mercado delimita un espacio de confrontación y poder. Este análisis se enrola en lo que Callon ha considerado como *procesos de economización* que forman parte del programa sobre estudios de performatividad (Callon, Millo y Muniesa, 2007; Fourcade, 2006; Mackenzie, Muniesa y Siu, 2007; Pinch y Swedberg, 2008). Los estudios sobre procesos de *economización* son planteados como un programa de investigación en el que una de sus líneas es la descripción, el análisis y el esfuerzo de *hacer inteligible la construcción, constitución y dinámica de los mercados*. A esta modalidad de economización se la denomina *marketization* o concepción del mercado desde el punto de vista sociotécnico que puede ser aplicada a mercados capitalistas y no capitalistas (Çalışkan y Callon, 2010; Muniesa y Callon, 2007).

Análisis sociotécnico latinoamericano

Un tercer aporte, desde la perspectiva de análisis sociotécnico, proviene de conceptualizaciones utilizadas en estudios de procesos de

¹⁰ Al respecto existe una prolífica literatura de estudios organizacionales sobre materialidad y enfoques sociotécnicos. Ver Leonardi, Nardi y Kallinikos (2012).

coconstrucción sociotécnica en base al análisis de dinámicas y trayectorias de artefactos, firmas y organizaciones en América Latina (Thomas, 2008; Thomas *et al.*, 2012).¹¹ Los autores proponen una serie de conceptos que han sido resignificados a partir de ciertos aportes de la trayectoria de estudios sociales de la ciencia y la tecnología, como así también de la economía evolucionista neoschumpeteriana.

Dos conceptos centrales de este aporte son los de dinámica y trayectoria. La *dinámica sociotécnica* es un “conjunto de patrones de interacción de tecnologías, instituciones, políticas, racionalidades y formas de constitución ideológica de los actores” (Thomas, 2012: 49). Es un concepto de tipo sincrónico, que incluye interacciones tecnoeconómicas y sociopolíticas vinculadas con el cambio tecnológico y que pueden considerarse como unidades de análisis en un ensamble sociotécnico, un gran sistema tecnológico, una red tecnoeconómica o un sistema de innovación (Thomas, 2008). Por su parte, la *trayectoria sociotécnica* es un proceso de coconstrucción de productos, procesos productivos y organizaciones, instituciones, relaciones usuario-productor, relaciones problema-solución, procesos de construcción de funcionamiento y utilidad de una tecnología, racionalidades, políticas y estrategias de un actor o de un marco tecnológico determinado (Thomas, 2012: 50). Las dinámicas sociotécnicas son más abarcativas que las trayectorias y la relación entre estas es de tipo autoorganizada, con lo cual se introduce aquí la dimensión de la complejidad en el análisis sociotécnico. La complejidad organizacional de la relación entre dinámicas y trayectorias es predominantemente endocausal; esto permitiría solucionar los problemas analíticos micro-macro o los del tipo sistema-entorno y establecer su entidad ontológica en forma de metáforas construidas por el analista. Otro concepto relevante es el de *adecuación sociotécnica*. Se trata de un proceso autoorganizado e interactivo de integración de un conocimiento, artefacto o sistema tecnológico en una dinámica o trayectoria sociotécnica, sociohistóricamente situada (Thomas, 2012: 52). Estos procesos integran diferen-

¹¹ La selección de los autores parte de reconocer en ellos esfuerzos propios de conceptualización y teorización sustentadas por trabajos empíricos, como así también su reconocimiento a los aportes de EST y con matices de la EEC en la formulación o la operacionalización de los conceptos. Lo que a su vez se ha traducido en obras colectivas como *Tecnologías sociales* (Dagnino, 2010) en las que participan diversos autores del cono sur latinoamericano.

tes fenómenos sociotécnicos,¹² tales como: procesos de transducción, resignificación de tecnologías, relaciones problema-solución, estilos sociotécnicos. Relacionado con estos aparece el concepto de *resignificación de tecnologías*, que es una operación de reutilización creativa de tecnologías previamente disponibles. Estas propuestas conceptuales se articulan con una de tipo política en torno a las ideas de tecnologías para la inclusión social (Thomas *et al.*, 2012); los actores clave para el desarrollo de estas tecnologías no se centran exclusivamente en la firma (empresa privada), sino en una serie de organizaciones con fuerte presencia colectiva en la región como los movimientos sociales, las cooperativas populares, las ONG y las unidades estatales.

Las posibilidades de convergencia ontológica, supuestos epistemológicos y dimensiones analíticas generales

¿Qué posibilidades hay de que ambas trayectorias (en particular, los aportes seleccionados con sus actualizaciones¹³) logren algún tipo de convergencia ampliada? Por *convergencia ampliada* entendemos un tipo de relación entre ciertos aportes teóricos seleccionados que, partiendo de una *perspectiva ontológica* que busca superar las paradojas clásicas de las ciencias sociales, logre luego en el plano teórico y metodológico algún tipo de *framework* que permita, en nuestro caso, estudiar los fenómenos relacionados con la innovación, el cambio tecnológico y los problemas del desarrollo.

Los aportes teóricos considerados de los EST y de la EEC pueden plantear ciertas posibilidades de convergencias ampliadas partiendo de la perspectiva de *inter-ontology crossovers* (Geels, 2010; Gioia y Pitre, 1990). Diversos autores han explorado las posibilidades de convergencias entre diferentes paradigmas de las ciencias sociales (Burrell y Morgan, 1979; Frost, 1980). Frank Geels (2010: 503), en búsqueda de una teorización en base a los abordajes multinivel, propone el uso del enfoque *inter-ontology crossover* para el estudio de problemas de transiciones sociotécnicas. Describe cuatro tipologías de posiciones

¹² Para una definición exhaustiva de estos conceptos y otros conceptos sociotécnicos ver Thomas, 2012.

¹³ Las actualizaciones en EEC son las que implican incorporación de supuestos de enfoques sobre sistemas complejos. En EST se incorporan los aportes tradicionales y sus respectivas actualizaciones como así también los estudios sobre materialidad y *economization*.

metateóricas: *integración completa, inconmensurabilidad, eclecticismo e inter-ontology crossover*. La perspectiva *inter-ontology crossover* reconoce que, si bien existen problemas de inconmensurabilidad entre teorías, podrían formularse estrategias de acercamientos, ya sea por los supuestos ontológicos generales de las teorías como por sus elementos conceptuales. El enfoque se distingue de aquellas posiciones que consideran las posibilidades de completa integración, como así también se opone a las que plantean la inconmensurabilidad de teorías. También se aparta de aquellas perspectivas eclécticas que utilizan aportes teóricos cuyas ontologías plantean supuestos difíciles de combinar.

¿Qué significa construir un *framework* convergente desde la perspectiva *inter-ontology crossover*? El desafío de esta cuestión radica en profundizar los hallazgos de *convergencias ampliadas*, en particular localizando posibles acercamientos (en base a supuestos no totalmente conmensurables) desde el plano ontológico acerca de lo social¹⁴ en base a ciertos supuestos de ruptura con las paradojas de las ciencias sociales, tales como: las ideas sustantivas sobre lo social, la lógica de operación de lo social, su historicidad, su concepción sobre el cambio y la relación y concepción sobre las organizaciones y la tecnología (ver cuadro 1).

Del análisis de los aportes seleccionados de EEC y EST se desprende un marco *interontológico* sustentado en una serie de supuestos: i) *modelos basados en enfoques sobre complejidad y de análisis sociotécnico* (sobre lo social), ii) *estructura y lógica de operación endógena* (sobre los modos de operar lo social), iii) *temporalidad no determinista plena* (sobre los procesos sociales y su historicidad), iv) *dinámica orden-desorden constitutiva y constructiva* (sobre el cambio de lo social), v) *agentes-organizaciones-redes-tecnología (artefactos)* (como unidades de análisis relacionales en lo social) (ver cuadro 1).

¹⁴ Lo que reconoce implícitamente que ambas perspectivas parten de una “construcción” de lo social. En el caso de la selección de aportes EEC, partimos de la concepción de Foster de comprender a los sistemas complejos no como realidades ónticas sino como *modelos* acerca del funcionamiento de lo social.

Cuadro 1. Relación *inter-ontology crossover* de EEC, TAR y SCOT. En base a aportes seleccionados

	Ontología dinámica EEC	Ontología dinámica TAR	Ontología dinámica SCOT
Supuestos dinámicos de ruptura con los paradójicos de las ciencias sociales	<i>Complejidad</i> Orden (complejidad organizada que conecta nuevos elementos-variedad), desorden (surge variedad: desconexiones, rupturas o nuevos elementos).	“ <i>Tejido sin costuras</i> ” “ <i>simetría radical</i> ” Fluir del desorden a islas de orden (Serres). Traducciones: límites y pasajes.	“ <i>Tejido sin costuras</i> ” “ <i>simetría radical</i> ” Orden (estabilizaciones) y cambio (flexibilidad)
Ideas centrales sobre la “realidad”	Sistemas con operaciones (actividades) y conocimiento con intención de crear, mantener y expandir complejidad a través de networks (de organizaciones y artefactos) heterogéneas y localizadas.	Redes heterogéneas, de humanos y no humanos (artefactos). Con momentos de orden y desorden.	Relaciones con creciente complejidad entre artefactos y grupos sociales. Con entidad sistémica.
Lógica de operación sistémica	Endógena. Estructuras (especialización e integración): Complementariedades, competencias, combates, predaciones.	Endógena. Redes variables y dinámicas. Procesos de coordinación y alineamiento.	Endógena. Sistemas tecnológicos y culturas tecnológicas (determinados e indeterminados)
Historicidad	Irreversibilidad estructural, destrucción creativa, distinción <i>past</i> y <i>path-dependence</i>	Convergencia e irreversibilidad.	Relaciones de determinación e indeterminación.
Cambio	Endógeno (emergencia, crecimiento, estacionalidad y transiciones estructurales), cambios estructurales, respuestas creativas.	Emergencia, incremento, cercamiento y desmembramiento, “imprevistos” de las redes.	Construcción social, flexibilidad interpretativa. Coproducción y coevolución.
Organizaciones	Intencionales, racionales, emotivas, imaginación, creación, aprendizajes, heterogéneas (actualizan reglas y generan en forma diferente conforme a su selección interna). Portadoras de conocimiento.	Desarrollan estrategias e innovaciones con grados de libertad.	Grupos sociales con márgenes de libertad y determinación por marcos, ensambles y culturas tecnológicas.
Tecnología	Artefactos culturales	No humanos (con agencia) en término de su pertenencia a redes.	Artefactos dotados de sentido por los grupos sociales relevantes.

Fuente: elaboración propia en base a autores seleccionados de EEC, TAR y SCOT. Callon, 1987, 1992, 1998, 2001, 2006; Latour, 1999, 2007, 2008; Law, 1987, 2009; Bijker, 1987, 1993 y 1995; Pinch y Bijker, 1984, 1987; Pinch, 1996, 2008; Dagnino, 2010; Thomas, 2008; Dopfer, 2011a; Foster, 2005; Foster y Metcalfe, 2001; Antonelli, 2011; Bloch y Metcalfe, 2011; Saviotti y Pyka, 2008; Saviotti, 2011; Consoli y Patrucco, 2011; Robert y Yogue, 2011; Thomas, 2008; Fressoli y Thomas, 2010.

Dimensiones de convergencia teórico-metodológicas generales. Los movimientos horizontales y verticales del *framework*

La posición epistemológica que da lugar a la estrategia teórico-metodológica surgida a partir del enfoque de *inter-ontology crossover* es la propuesta de *good theory* (Di Maggio, 1995). Su objetivo es generar planteos teóricos de *alcance medio* que permitan combinar dos de los siguientes criterios de producción de conocimientos: generalidad y alcance, simplicidad y parsimonia, exactitud y especificidad (Di Maggio, 1995; Geels, 2007, 2010). Estos criterios surgen del análisis de Di Maggio (1995), quien afirma que las teorías de las ciencias sociales se pueden agrupar en tres grandes tipologías: las teorías como *regularidades*, las teorías *críticas* y las teorías de tipo *narrativo*.

Sin pretender establecer un marco analítico rígido en las posibilidades de convergencia de al menos dos perspectivas interontológicas se pueden plantear una serie de *movimientos* al estilo *good theory*. Esto llevaría a posibilidades de convergencia entre los diferentes tipos de aportes teóricos del *framework* y sus núcleos fuertes. Por núcleos fuertes entendemos modalidades de teorización e investigación que son propias de cada una de las perspectivas teóricas seleccionadas y que se identifican con algunos de los criterios de producción de conocimientos antes mencionados. De esta forma se podrían dar diferentes *movimientos en líneas de investigación convergentes*.

Esta propuesta se relaciona con los problemas seleccionados para ser estudiados en el contexto latinoamericano: innovación, cambio tecnológico y cambio estructural. Cada uno de los fenómenos seleccionados establece algún tipo de conexión con las tipologías de teorías y los aportes teóricos seleccionados. A su vez, consideran que el núcleo fuerte de cada teoría puede lograr generalizaciones, análisis críticos e interpretaciones. Así captar cualitativamente los fenómenos relacionados con procesos innovativos puede lograrse a partir del núcleo fuerte de la narrativa de los enfoques SCOT (ver cuadro 2). Mientras que los procesos de cambio tecnológico pueden ser descritos y analizados críticamente por el núcleo fuerte de los estudios sobre procesos de conformación y desarticulación de redes heterogéneas de la TAR, los procesos de cambios estructurales, conectados con los problemas del desarrollo en la región, encuentran en el núcleo fuerte de carácter explicativo de la EEC elementos conceptuales y metodológicos en base a supuestos de complejidad.

Cuadro 2. Espacio de teorización conforme a la propuesta de *inter-ontology crossover* y *good theory*

Espacio teorización	SCOT (a)	TAR (b)	EEC (c)	Objetos seleccionados
Generalidad / Alcance (G)	Culturas tecnológicas (a/N/struc)	Estabilización (b/C/struc)	Modelización macro (G/c/struc)	Cambio estructural
Simplicidad y parsimonia (C)	Configuraciones y marcos tecnológicos (a/N/ctech)	Redes tecnoeconómicas-sociopolíticas (C/b/ctech)	Modelización meso (c/G/ctech)	Cambio tecnológico
Narrativa (N)	Construcción social artefactos (N/a/innov)	Conformación de redes (b/C/innov)	Modelización micro (c/G/innov)	Innovación

Fuente: elaboración propia en base a Di Maggio, 1995; Geels, 2010.

Veamos cómo operan los diferentes movimientos convergentes. Los *movimientos horizontales* parten de la definición de problemas de investigación que pueden ser agrupados en tres objetos de estudios amplios en cuanto a su delimitación fenoménica: los de procesos de innovación, los de cambios tecnológicos y los de cambios estructurales. Estos pueden ser aplicados a diferentes modalidades organizacionales y de dinámicas de complejidad- sociotécnica.¹⁵ La lógica para operar en estos movimientos debe ser triangulatoria en términos metodológicos y partir del núcleo fuerte de cada una de las perspectivas dinámicas participantes del *framework*. Y complementarla con pretensiones de teorización bajo un enfoque de alcance medio. Los *movimientos horizontales* pueden ser entonces de tres tipos:

1. Tipo *narrativo*, movimiento $(N/a/innov) > (b/C/innov) > (g/C/innov)$ que tiene como objeto de estudio los *procesos de innovación*. El núcleo fuerte es la SCOT y el estudio de la construcción de los artefactos y se complementa con el estudio de conformación de redes de la TAR $(b/C/innov)$ y modelizaciones en base a microevidencias de EEC $(g/C/innov)$.¹⁶

¹⁵ Espacios agentes-artefactos, firmas, redes de organizaciones heterogéneas, entre otras.

¹⁶ Sobre el papel de la SCOT y su potencial narrativo para interpretar procesos innovativos en el plano micro se pueden considerar los planteos de Pinch (2010). Para relaciones entre SCOT, EEC y TAR desde una perspectiva convergente de tipo narrativa enfocada al

2. Tipo *crítico*, movimiento $(a/N/ctech) \langle (C/b/ctech) \rangle (c/G/ctech)$ que tiene como objeto de estudio el cambio tecnológico. El núcleo fuerte es la TAR y el estudio de las redes tecnoeconómicas y sociopolíticas. Estas se relacionan con los estudios sobre configuraciones, sistemas y marcos tecnológicos de SCOT $(a/N/ctech)$ y con las modelizaciones sobre procesos y emergentes meso de la EEC $(c/G/ctech)$.¹⁷
3. Tipo *generalización* $(a/N/struc) \langle (b/C/struc) \rangle (G/c/struc)$ que tiene como objeto de estudio el cambio estructural, y el núcleo fuerte es la EEC y la modelización de fenómenos emergentes propios de la dinámica macro de sistemas económicos bajo supuestos de complejidad. Se relacionan con los estudios sobre estabilizaciones de las redes tecnoeconómicas y sociopolíticas de la TAR $(b/C/struc)$ y las culturas tecnológicas de SCOT $(a/N/struc)$.¹⁸

estudio de los procesos de innovación se pueden explorar los trabajos de Bartel y Garud (2009), Garud y Guliani (2013) y Garud, Gehman y Giuliani (2016).

17 Un estado de la cuestión sobre el abordaje desde TAR, con pretensiones de efectuar descripciones a través de movimientos horizontales de convergencia a nivel meso, se pueden evidenciar en los estudios sobre topologías de espacialidad, traducción y el par *marketization*-performatividad en Müller (2015), quien resalta también los aspectos de poder y *networks* en los estudios sobre desarrollo, innovación y cambio tecnológico. Para aplicaciones de la TAR a problemas del cambio tecnológico en países en desarrollo y cierto esfuerzo convergente con estudios de innovación, ver Heeks y Stanforth (2015), Fressoli *et al.* (2014), Lepratte *et al.* (2015). Sobre posibles relaciones convergentes de la TAR con EEC, los estudios sobre sistemas regionales de innovación y *networks* plantean exploraciones y análisis críticos con agendas de investigación (ver Iammarino, 2005; Heeks y Stanforth, 2015; Cooke, 2013). En cuanto a la relación de TAR con SCOT, se puede explorar Pinch, 2008 y 2010. La relación de la TAR con los enfoques críticos-descriptivos se discute en Barry and Slater (2003) y Law (2009).

18 Este núcleo supone la importancia de elaborar modelos explicativos partiendo de los aportes de la EEC, en particular de autores que resaltan los componentes cognitivos y culturales en las dinámicas económicas micro-meso-macro (Dopfer, 2011a). Sin negar las dimensiones micro y meso, al colocar en el plano macro al núcleo fuerte de este posible programa convergente se resaltan las posibilidades de convergencia con los aportes de la TAR y SCOT respecto de culturas tecnológicas y redes estabilizadas. Los trabajos de Dopfer (2011a) y los referidos a la economía como una ciencia de la cultura y la conexión de esta con los sistemas complejos, constituyen un punto importante para explorar los movimientos horizontales. Hartley y Potts (2014) y Dopfer y Potts (2011b) plantean una interesante interpretación evolutiva desde los sistemas complejos de los procesos históricos, situando a la innovación como parte de estos. Reconocen los aportes de Latour sobre la relación de humanos y artefactos en la producción social de significados y la construcción de culturas y trazan puentes con aportes de las ciencias cognitivas, estudios socioculturales y semióticos. Hartley y Potts (2015) exploran nuevos modelos económicos para explicar el origen de las ideas, tecnologías e innovaciones desde una perspectiva sociocultural y semiótica. Los autores advierten que existen en los STS y en los campos relacionados con estos un sólido cuerpo de trabajos que evidencian la construcción

Cada una de estas tipologías (1, 2 y 3) da lugar a los núcleos de investigación del programa que presentamos en el apartado siguiente.

Los *movimientos verticales* operan según la lógica de ruptura de las paradojas estructura-acción, presente en las ontologías de los diferentes aportes aquí seleccionados. Esta ruptura de paradojas es posible gracias a la perspectiva de simetría radical y tejido sin costuras de TAR y SCOT y a la dinámica de los sistemas complejos en EEC. Este tipo de movimientos pone a prueba el criterio *good theory* vinculando al menos dos perspectivas teóricas, teorizando e investigando en un movimiento ascendente y/o descendente. Estos movimientos verticales se inician a partir de un núcleo de investigación de movimientos horizontales y son producto de trayectorias de teorización e investigación que progresivamente operan bajo principios de teorías de alcance medio.

Hacia programas de investigación convergentes entre EST y EEC orientados a problemas del desarrollo de América Latina (momento 3)

La perspectiva epistemológica *inter-ontology crossover* y los supuestos del enfoque de *good theory* permiten pensar en líneas y programas de investigación *convergentes* que asuman los supuestos y dimensiones generales planteadas en los momentos 1 y 2.

Estos programas de investigación entre los EST y la EEC pueden lograr aportes significativos a partir de una serie de relaciones entre dimensiones teóricas generales y conexiones analíticas multidimensionales, constituyendo *núcleos de investigación convergentes* en torno a los problemas de: procesos de innovación (a), cambio tecnológico (b) y cambio estructural en la región (c). Estos problemas surgen fundamentalmente de los movimientos horizontales de teorización e investigación propuestos en el momento 2.

social de las tecnologías y la innovación. Y que su propósito es introducir los valores humanos y el contexto social en los estudios de la economía de la innovación (Harley y Potts, 2015: 3). Esta perspectiva resulta un campo propicio para análisis convergentes centrados en los problemas del cambio estructural en nuestra región, al relacionarlo con cuestiones sociosemióticas y materiales incorporadas en los conceptos de articulaciones y configuraciones sociotécnicas de la tradición de análisis de los estudios sociales de la tecnología de América Latina.

De estos núcleos de investigación (producto de las posibilidades de convergencia dados los movimientos horizontales y verticales en menor medida) se desprenden una serie de dimensiones analíticas coincidentes con los esfuerzos de convergencia de Bruun y Hukkinen (2003). En base a los aportes de estos autores, se pueden establecer una *serie de dimensiones analíticas específicas* que se conecten con los *núcleos de investigación convergentes* y puedan dar paso a líneas específicas en el marco del *framework* convergente que estamos planteando. Las dimensiones propuestas por Bruun y Hukkinen han sido retomadas y actualizadas en el marco del presente ejercicio analítico. Para estos existe una serie de dimensiones que dan lugar a posibles convergencias y son las siguientes: i) explicación de las estabilidades contextuales y contingencias en las redes, ii) descripción de las agencias enraizadas en lo social y redes heterogéneas, iii) análisis de las orientaciones de la acción y las interpretaciones divergentes a las convergentes y iv) explicación de los procesos de aprendizaje organizacional, cognitivo y creativos en instancias de interacción social (ver cuadro 3).

Se suman en este momento analítico los conceptos provenientes de los aportes de análisis sociotécnico latinoamericano que hemos planteado anteriormente (Thomas, 2012), por considerarlos conceptos de nivel de alcance medio que se encuentran en proceso de testeo y conformación teórica.

La dimensión de las *contingencias y estabilizaciones de las redes* (i) se conecta en nuestro *framework* convergente con los movimientos horizontales del tipo generalización (3) $(a/N/struc) < (b/C/struc) < (G/c/struc)$: que se centra en problemas y fenómenos relacionados con los procesos de *cambio estructural* (ver cuadro 3, dimensión d-i).

Cuadro 3. Dimensiones de análisis específicas en base a aportes seleccionados de EST y EEC. Base para programas de investigación convergentes en la región

Dimensiones con posibilidades de convergencia específicas	Construcción social de la tecnología SCOT	Teoría del actor red TAR	Economía evolucionista Sistemas complejos	Análisis sociotécnico latinoamericano
<i>Procesos de estabilización y contingencias en networks (d-i)</i>	Cultura tecnológica Ensamblajes sociotécnicos Marco tecnológico	Dinámicas y estabilizaciones transitorias de las redes tecnoeconómicas	<i>Feedbacks</i> positivos y propiedades emergentes del sistema, estructura del sistema y cambios endógenos	Configuraciones sociotécnicas y alianzas sociotécnicas
<i>Agencia enraizada en lo social y redes heterogéneas (d-ii)</i>	Grupos sociales relevantes	<i>Networks</i> con fuerte heterogeneidad interna	<i>Networks</i> en espacios multidimensionales de agentes-artefactos	Dinámica sociotécnica
<i>De las orientaciones de la acción intencional y las interpretaciones divergentes a las convergentes (d-iii)</i>	Flexibilidad interpretativa y estabilización relativa	Creación de la red luego de la traducción exitosa	Agentes con intencionalidades diferentes, actualización de reglas	Trayectoria sociotécnica
<i>Aprendizaje organizacional, creatividad y dimensión cognitiva (d-iv)</i>	Asentamiento de las controversias	Enfrentamiento y generación de traducciones	Innovación como propiedad emergente, <i>generative relationships</i> ,	Estilos y adecuaciones sociotécnicas Relaciones problema-solución

Fuente: elaboración propia en base a Bruun y Hukkinen, 2003; Callon, 1987, 1992, 1998, 2001, 2006; Latour, 1999, 2007, 2008; Law, 1987, 2009; Bijker, 1987, 1993 y 1995; Pinch y Bijker, 1984, 1987; Pinch, 1996, 2008; Dagnino, 2010; Thomas, 2008; Dopfer, 2011a; Foster, 2005; Foster y Metcalfe, 2001; Antonelli, 2011; Bloch y Metcalfe, 2011; Saviotti y Pyka, 2008; Saviotti, 2011; Consoli y Patrucco, 2011; Robert y Yoguel, 2011; Thomas, 2008; Fressoli y Thomas, 2010.

La dimensión de descripción de las *agencias enraizadas en lo social y redes heterogéneas* (ver cuadro 4, dimensión d-ii) se relaciona con los movimientos horizontales del tipo crítico (2) $(a/N/ctech) < (C/b/ctech) > (c/G/ctech)$: que pone el énfasis en problemas y fenómenos relacionados con los procesos de cambio tecnológico.

Mientras que las dimensiones específicas de *las orientaciones de la acción intencional y las interpretaciones divergentes a las convergentes* (ver cuadro 3, dimensión d-iii) y la de *aprendizaje organizacional, creatividad y dimensión cognitiva* (ver cuadro 3, dimensión d-iv) se relacionan con los movimientos horizontales del tipo narrativo (1) $(N/a/innov) > (b/C/$

innov) > (g/C/innov), centrado en los problemas y fenómenos relacionados con los procesos de innovación.

Cada una de estas dimensiones específicas conforma un núcleo convergente de investigación y opera bajo los principios de la teoría del alcance medio (Merton, 1992; Geels, 2007). Esta teorización emergente cobra forma de *modelos analíticos* que no son de carácter determinístico (Geels, 2007: 629) sino que explican cómo un concepto influye sobre otro en base a posibles *frameworks* convergentes.

Conclusiones. Sistemas sociotécnicos de producción e innovación y políticas articuladoras de ciencia, tecnología e innovación

Los aportes surgidos de los momentos analíticos 1 a 3 nos permiten concluir acerca de algunas cuestiones en relación con el objetivo principal y los alcances específicos que planteamos al inicio de este capítulo y que el ejercicio de teorización ha logrado plasmar. Dos cuestiones restan establecer a partir de estas conclusiones, en términos de desafíos de teorización e investigación a futuro para quienes nos movemos en los campos de EST y de la EEC con el fin de desarrollar propuestas convergentes en América Latina, como así también vincularlas con planteos de políticas de ciencia y tecnología. Un primer desafío es la construcción de unidades de análisis convergentes que permitan, en términos de teorización, explicitar una serie de conceptos e incluir las explicaciones correspondientes a las conexiones entre ellos. Un desafío en este sentido puede lograrse al considerar los *sistemas sociotécnicos de producción e innovación* como unidades de análisis convergente que permitan operacionalizar una serie de conceptos de la tradición sociotécnica latinoamericana (Thomas, 2012) relacionándolos con las dimensiones analíticas generales y específicas planteadas en los momentos 2 y 3 especialmente. De esta forma la unidad de análisis *sistemas sociotécnicos de producción e innovación* podría ser entendida como un sistema que opera bajo premisas de complejidad en las que las organizaciones y los artefactos coconstruyen estructuras de interacciones cuya *dinámica* y *trayectoria* pueden *generar* productos y/o procesos de innovación, cambio tecnológico y cambio estructural.¹⁹ Una serie de

¹⁹ Esta unidad de análisis convergente representaría un esfuerzo de poner a prueba los supuestos de: rechazo a planteos universalistas-deterministas-performativos, des-

conceptos operacionalizables surge de esta unidad de análisis: dinámica, trayectoria, articulaciones y configuraciones sociotécnicas (Thomas, 2012; Lepratte, 2014), que buscan conectarse con los núcleos fuertes de cada movimiento investigativo (ver cuadro 4). Explorar nuevas modalidades de abordajes en los estudios de sistemas de innovación, en particular a nivel regional y local, desde una perspectiva convergente, podría generar aportes teóricos y empíricos renovados que superen las dificultades típicas de la implementación de esas contribuciones en América Latina, algo que diversos estudiosos vienen planteando desde hace tiempo (ver Suárez, capítulo 12 de este volumen).

El otro desafío es conectar el *framework* convergente con los problemas del desarrollo y, por ende, con la praxis sociopolítica en torno a las políticas de ciencia, tecnología e innovación. Una política de ciencia, tecnología e innovación concebida desde programas de investigación convergentes podría comenzar, por lo tanto, identificando las *redes de emergencia de nuevas articulaciones* en la dinámica y trayectoria de los sistemas sociotécnicos de producción e innovación a nivel local y regional en América Latina. Tal como lo manifiesta Haraway, “articular es significar. Es unir cosas contingentes” (Haraway, 1999: 150), por ende, las superficies de emergencia de nuevas articulaciones en la dimensión de la trayectoria sociotécnica son representadas por los espacios de organizaciones-artefactos con potenciales o manifiestas repuestas creativas que se han evidenciado en forma escasa en la región o que metodológicamente no han podido ser captadas por estudios de corte cuantitativo, ya sea porque estos se limitan a listar agentes e instituciones y sus relaciones o utilizan indicadores tradicionales de medición de la innovación, o por modelos que no interpretan la dimensión histórico-evolutiva de estos procesos de acumulaciones de capacidades, intencionalidades y respuestas. Mientras que la dimensión de la dinámica sociotécnica representa la identificación de organizaciones-artefactos articulados en *networks* heterogéneas que exploran y plantean nuevas traducciones respecto de aquellas dominantes en territorios tensionados por procesos locales-globales. En esta dimensión, el papel del Estado resulta relevante no solo como posible actor articulador de estas redes heterogéneas sino más bien como aquel que puede identificarlas e impulsarlas, permitiendo que la emergencia de nuevas articulaciones representen estrategias

cribir y explicar de especificidades histórico-sociales e interpretar procesos desde un contextualismo radical.

superadoras y hasta antagónicas respecto de aquellas articulaciones regresivas (Lepratte, 2014; 2016). Por *problemas recurrentes del desarrollo* entendemos aquí tres fenómenos interrelacionados: los problemas de desenvolvimiento económico, de exclusión social y de sustentabilidad.

Utilizamos aquí el concepto de desenvolvimiento económico en el sentido schumpeteriano de crecimiento y transformación de una economía a través de procesos de destrucción creativa, de rupturas de las trayectorias sociotécnicas que generan efectos *lock-in*. Pero resaltamos lo que los aportes de la EEC establecen en términos del carácter creativo y, por ende, cognitivo de estos procesos de desenvolvimiento, con la capacidad intencional para imaginar *mundos posibles* (Foster, 2009) que son creados y portados por organizaciones y artefactos (Dopfer, 2011a) y capaces de reconocer la creatividad económica (Metcalf, 2010). En nuestro caso, explorar las posibilidades de respuestas creativas frente a los perfiles de especialización productiva de la región, signados por la dependencia permanente de la producción primaria o de modos de producción al estilo maquilas. Esto se conecta con la necesidad de vincular este tipo de problemas del desarrollo con estudios sobre procesos de innovación, desde una posición de análisis sociotécnico constructivista (Pinch y Swedberg, 2008; Kallinikos *et al.*, 2012).

Los procesos de exclusión social y pobreza de amplias poblaciones América Latina (González y Martner, 2010; CEPAL, 2013), en nuestra perspectiva, se relacionan con la dinámica del cambio tecnológico y su relación con redes tecnoeconómicas y sociopolíticas heterogéneas que permiten u obstaculizan la integración de ciertos actores en las dinámicas sociotécnicas de convergencia e irreversibilidad del capitalismo contemporáneo, en una tensión permanente entre lo global y lo local. Este problema se podría abordar desde estudios críticos de materialidad sociotécnica sobre el cambio tecnológico e inclusión social en procesos de economización (Çalışkan y Callon, 2010; Kallinikos *et al.*, 2013; Thomas, 2012).

Los problemas de sustentabilidad son entendidos aquí en una doble perspectiva: por un lado, existe el recurrente problema de la imposibilidad de cambios estructurales en América Latina debido a formas de gobernanza sostenidas por ciertas redes estabilizadas en la región y a culturas tecnológicas que han sido establecidas como estructuras de reglas a lo largo del tiempo que provocan efectos *path dependence* de carácter determinista, y, por otro lado, existe la dificultad de contar con un caldo de cultivo de nuevas ideas-reglas que puedan subvertirlas, en consonancia con nuevos

desafíos y debates globales acerca de la orientación futura de los procesos de *economización* de la sociedad. Un núcleo de estudios convergentes sobre cambios estructurales podría ser de utilidad para considerar procesos de transiciones en la región desde una perspectiva evolucionista neoschumpeteriana, comprendida en la lógica de relaciones sistémicas macro-meso-micro que incorporen aspectos socioculturales, semióticos y cognitivos (Geels, 2010; Dopfer, 2011a; Robert y Yoguel, 2011; Hartley y Potts, 2015).

Desde una concepción multidimensional, los programas de investigación convergentes aportarían evidencia empírica, reflexiones y debates en torno a una idea de *desarrollo* entendido como *proceso complejo de ruptura de las tendencias a la concentración tecnoeconómica y a la estabilización sociopolítica de los sistemas sociotécnicos de producción e innovación, que las sostiene bajo efectos lock-in y articulaciones de carácter regresivas que no permiten transiciones hacia el desenvolvimiento económico, la inclusión social y los procesos de cambio estructural orientados a la sustentabilidad*. La multidimensionalidad de los problemas del desarrollo aquí establecidos, identificados en una serie de problemas que deben tenerse en cuenta al formular una política de ciencia, tecnología e innovación, en sentido articulador, no pretende operar como categoría *a priori* o un *benchmark* sobre el comportamiento de los SSPI; más bien se constituye en un espacio de problematización de carácter experimental, en el que los programas de investigación convergente se ven interpelados por los problemas del desarrollo y por la necesidad de traducir sus resultados y su permanente proceso de teorización-investigación en discusiones que produzcan decisiones desde el punto de vista de la praxis sociopolítica.

Cuadro 4. *Framework* convergente. Unidad de análisis, metodología, núcleo convergente y problemas del desarrollo

Unidad de análisis SSPI	Núcleos fuertes de movimientos metodológicos	Núcleo convergente de investigación	Núcleos de problemas del desarrollo
<i>Configuraciones y articulaciones sociotécnicas</i>	Generalización EEC (estructura macroeconómica)	Procesos de cambio estructural	<i>Sustentabilidad</i>
<i>Dinámica sociotécnica</i>	Crítica TAR (redes)	Procesos de cambio tecnológico	<i>Exclusión social</i>
<i>Trayectoria sociotécnica</i>	Narrativa SCOT (organizaciones-artefactos)	Procesos de innovación	<i>Desenvolvimiento económico</i>

Fuente: elaboración propia.

Bibliografía

- Antonelli, C. (2011). *Handbook on the Economic Complexity of Technological Change*. Cheltenham y Northampton: Edward Elgar.
- Arocena, R. y Sutz, J. (2003). *Subdesarrollo e innovación, vol. 5*. Madrid: Akal.
- Bartel, C. A. y Garud, R. (2009). “The Role of Narratives in Sustaining Organizational Innovation”. *Organization Science*, vol. 20, n°1, pp. 107-117.
- Bijker, W. E. (1993). “Do Not Despair: There Is Life after Constructivism”. *Science, Technology and Human Values*, vol. 18, n° 1.
- (1995). *Of Bicycles, Bakelites, and Bulbs. Toward a Theory of Sociotechnical Change*. Cambridge, Mass., y Londres: The MIT Press.
- (2010). “How is Technology Made?—That is the Question!”. *Cambridge Journal of Economics*, vol. 34, n° 1, pp. 63-76.
- Bijker, W. E.; Hughes, T. P. y Pinch, T. J. (1987). *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge, Mass.: The MIT Press.
- Bruun, H. y Hukkinen, J. (2003). “Crossing Boundaries. An Integrative Framework for Studying Technological Change”. *Social Studies of Science*, vol. 33, n°1, pp. 95-116.
- Çalışkan, K. y Callon, M. (2010). “Economization, Part 2: a Research Programme for the Study of Markets”. *Economy and Society*, vol. 39, n° 1, pp. 1-32.
- Callon, M. (1987). “Society in the Making: The Study of Technology as a Tool for Sociological Analysis”. En Bijker, W *et al.* (comps.), *Social Construction of Technological Systems*. Cambridge: Cambridge University Press.
- (1992). “The Dynamics of Techno-Economic Networks”. En Coombs, R.; Saviotti, P. y Walsh, V. (comps.), *Technological Changes and Company Strategies: Economical and Sociological Perspectives*. Londres: Harcourt Brace Jovanovich.
- (1998). “El proceso de construcción de la sociedad. El estudio de la tecnología como herramienta para el análisis sociológico”. En Doménech, M. y Tirado, F., *Sociología simétrica*, pp. 143-170. Barcelona, Gedisa.

- (2001). “Redes tecnoeconómicas e irreversibilidad”. *Redes. Revista de Estudios sobre Ciencia y Tecnología*, vol. 17, pp. 85-126.
- (2006). “Luchas y negociaciones para definir qué es y que no es problemático. La socio-lógica de la traducción”. En *Redes. Revista de Estudios sobre Ciencia y Tecnología*, vol. 12, n° 23.
- Callon, M. y Law, J. (1989). “On the Construction of Sociotechnical Networks: Content and Context Revisited”. *Knowledge and Society*, vol. 8, n° 1, pp. 57-83.
- Callon, M.; Millo, Y. y Muniesa, F. (2007). *Market Devices*. Oxford: Blackwell.
- Casas, R. (2006). “Redes de conocimiento entre los sectores público y privado: alcances territoriales”. Arellano, A. y Rózga, R. (comps.), *Territorio, conocimiento y tecnología*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Cerezo, J. A. L., López, J. L. L. y García, M. I. G. (1996). *Ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid: Tecnos.
- Cimoli, M. y Rovira, S. (2008). “Elites and Structural Inertia in Latin America: An Introductory Note on the Political Economy of Development”. *Journal of Economic Issues*, vol. 42, n° 2, pp. 327-347.
- Cooke, P. (comp.) (2013). *Re-framing Regional Development: Evolution, Innovation and Transition*. Londres: Routledge.
- Dagnino, R. y Thomas, H. (1999). “La política científica y tecnológica en América Latina: nuevos escenarios y el papel de la comunidad de investigación”. *Redes. Revista de Estudios sobre Ciencia y Tecnología*, vol. 6, n°13, pp. 49-74.
- Dagnino, R.; Thomas, H. y Davyt, A. (1996). “El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad en Latinoamérica: una interpretación política de su trayectoria”. *Redes. Revista de Estudios sobre Ciencia y Tecnología*, vol. 3, n° 7, pp. 13-52.
- Di Maggio, P.J. (1995). “Comments on ‘What Theory is not’”. *Administrative Science Quarterly*, vol. 40, n° 3, pp. 391-397.
- Dopfer, K. (1986). “The Historiomic Approach to Economics: Beyond Pure Theory and Pure Experience”. *Journal of Economic Issues*, vol. 20, n° 4, pp. 989-1010.

- (1986). “Causality and Consciousness in Economics: Concepts of Change in Orthodox and Heterodox Economics. *Journal of Economic Issues*, vol. 20, n° 2, pp. 509-523.
- (2001). “History-Friendly Theories in Economics: Reconciling Universality and Context in Evolutionary Analysis”. En Foster, J. y Metcalfe, S. (2001), *Frontiers and Evolutionary Economics: Competition, Self-Organization and Innovation Policy*, pp. 160. Cheltenham: Edward Elgar.
- (2011a). “Mesoeconomics: a Unified Approach to Systems Complexity and Evolution”. En Antonelli, C., *Handbook on the Economic Complexity of Technological Change*, capítulo 3. Cheltenham y Northampton: Edward Elgar.
- (2011b). “14 Economics in a Cultural Key: Complexity and Evolution Revisited. *The Elgar Companion to Recent Economic Methodology*, 319.
- Dopfer, K. y Potts, J. (2009). “On the Theory of Economic Evolution”. *Evolutionary and Institutional Economics Review*, vol. 6, n° 1, pp. 23-44.
- (2008). *The General Theory of Economic Evolution*. Londres: Routledge.
- (2008). “A Cultural Science (Kulturrewissenschaft) Manifesto”. Trabajo para FEAST, QUT, marzo.
- Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R.; Silverberg, G. y Soete, L. (1988). *Technological Change and Economic Theory*. Londres: Pinter.
- Dutrénit, G. (2009). “Sistemas regionales de innovación: un espacio para el desarrollo de las pymes. El caso de la industria de maquinadosindustriales” [“Regional System of Innovation: a Space for the Development of SME, the Case of the Machine Shops”]. MPRA Paper. University Library of Munich.
- Fagerberg, J.; Fosaas, M. y Sapprasert, K. (2012). “Innovation: Exploring the Knowledge Base”. *Research Policy*, vol. 41, n° 7, pp. 1132-1153.
- Fagerberg, J.; Landström, H. y Martin, B. R. (2012). “Exploring the Emerging Knowledge Base of ‘the Knowledge Society’”. *Research Policy*, vol. 41, n° 7, pp. 1121-1131.
- Foster, J. (2005). From Simplistic to Complex Systems in Economics. *Cambridge Journal of Economics*, vol. 29, pp. 873-892.

- Foster, J. y Metcalfe, S. (2001). *Frontiers and Evolutionary Economics: Competition, Self-Organization and Innovation Policy*. Cheltenham: Edward Elgar.
- (2009). “Evolution and Economic Complexity: an Overview. *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 18, n° 7, pp. 607-610.
- Freeman, C. (1991). “Networks of Innovators: a Synthesis of Research Issues”. *Research Policy*, vol. 20, n° 5, pp. 499-514.
- Fressoli, M. y Thomas, H. (2010). “En búsqueda de una metodología para investigar tecnologías sociales”. En Dagnino, R. (comp.), *Tecnología social. Ferramenta para construir outra sociedade*, pp. 113-137. Campinas: Komedi.
- Garud, R. y Giuliani, A. P. (2013). “A Narrative Perspective on Entrepreneurial Opportunities”. *Academy of Management Review*, vol. 38, n° 1, pp. 157-160.
- Garud, R.; Gehman, J. y Giuliani, A. P. (2016). “Technological Exaptation: a Narrative Approach”. *Ind Corp Change*, vol. 25, n° 1, pp. 149-166.
- Geels, F. W. (2007). “Feelings of Discontent and the Promise of Middle Range Theory for STS Examples from Technology Dynamics”. *Science, Technology and Human Values*, vol. 32, n° 6, pp. 627-651.
- (2010). “Ontologies, Socio-Technical Transitions (to Sustainability), and the Multi-level Perspective”. *Research Policy*, vol. 39, n° 4, pp. 495-510.
- Hartley, J. y Potts, J. (2014). *Cultural Science: A Natural History of Stories, Demes, Knowledge and Innovation*. Londres: Bloomsbury Publishing.
- Heeks, R. y Stanforth, C. (2015). “Technological Change in Developing Countries: Opening the Black Box of Process Using Actor-Network Theory”. *Development Studies Research*, vol. 2, n° 1, pp. 33-50.
- Hodgson, G. M. (2002). *How Economics Forgot History: The Problem of Historical Specificity in Social Science*. Londres: Routledge.
- (2003). “El problema de la especificidad histórica”. *Investigación Económica*, vol. 62, n° 245, pp. 33-69.
- Iammarino, S. (2005). “An Evolutionary Integrated View of Regional Systems of Innovation: Concepts, Measures and Historical Perspectives”. *European Planning Studies*, vol. 13, n° 4, pp. 497-519.

- Kallinikos, J.; Leonardi, P. M. y Nardi, B. A. (2012). "The Challenge of Materiality: Origins, Scope and Prospects". En Kallinikos, J.; Leonardi, P. M. y Nardi, B. A. (comps.), *Materiality and Organizing: Social Interaction in a Technological World*. Oxford: Oxford University Press.
- Kallinikos, J.; Hasselbladh, H. y Marton, A. (2013). "Governing Social Practice: Technology and Institutional Change". *Theory and Society*, vol. 42, n° 4, pp. 395-421.
- Kreimer, P. y Thomas, H. (2004). "Un poco de reflexividad o ¿de dónde venimos? Estudios sociales de la ciencia y la tecnología en América Latina". En Kreimer P.; Thomas, H.; Rossini, P. y Lalouf, A. (comps.), *Producción y uso social de conocimientos: estudios de sociología de la ciencia y la tecnología en América Latina*. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes.
- Lane, D y Maxfield, R. (2005). "Ontological Uncertainty and Innovation". *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 15, pp. 3-50.
- Latour, B. (1999). "Give Me a Laboratory and I Will Raise the World". En Biagioli, M. (comp.), *The Science Studies Reader*. Nueva York: Routledge.
- (2007). *Nunca fuimos modernos. Ensayo de antropología simétrica*. Buenos Aires. Siglo XXI.
- (2008). *Reensamblar lo social. Una introducción a la teoría del actor red*. Buenos Aires: Manantial.
- Law, J. (1987). "Technology and Heterogeneous Engineering: the Case of Portuguese Expansion". En Bijker, W.; Hughes, T. y Pinch, T. (comps.), *The Social Construction of Technical Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, pp. 111-134. Cambridge, Mass.: MIT Press,
- (2004). *After method: Mess in Social Science Research*. Londres: Routledge.
- (2009). Actor Network Theory and Material Semiotics. En Turner, B. (comp.), *The New Blackwell Companion to Social Theory*, capítulo 7. Nueva Jersey: Blackwell Publishing.
- Lepratte, L. (2016). "On the Processes of Technical Change and Development in Latin America: A Proposed Framework of Analysis". En

- Horta, H.; Heitor, M. y Salmi, J. (comps.), *Trends and Challenges in Science and Higher Education*, pp. 121-143. Springer International Publishing.
- (2014). “Complejidad, análisis sociotécnico y desarrollo. Hacia programas de investigación convergentes entre los estudios sociales de la tecnología y la economía de la innovación y el cambio tecnológico”. *Redes. Revista de Estudios sobre Ciencia y Tecnología*, vol. 20, n° 38, pp. 42-96.
- Lepratte, L.; Blanc, R.; Pietroboni, R. y Hegglin, D. (2015). “Sistemas socio-técnicos de producción e innovación. Análisis de la dinámica del sector de producción de carne aviar en la Argentina” [“Socio-Technical System Innovation. An Analysis of the Dynamics of the Poultry Meat Production Sector in Argentina”]. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, vol. 10, n° 28.
- Lundvall, B. Ä, y Johnson, B. (1994). “The Learning Economy”. *Journal of Industry Studies*, vol. 1, n° 2, pp. 23-42.
- Martin, B. R. (2012). “The Evolution of Science Policy and Innovation Studies”. *Research Policy*, vol. 41, n° 7, pp. 1219-1239.
- Metcalf, J. S. (1994). “Competition, Fisher’s Principle and Increasing Returns in the Selection Process”. *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 4, pp. 327-346.
- (2010). “Dancing in the dark, la disputa por el concepto de competencia”. *Desarrollo Económico*, 50, n° 197, pp. 59-79.
- Muniesa, F. y Callon, M. (2007). “Economic Experiments and the Construction of Markets”. En MacKenzie, D.; Muniesa, F. y Siu, L. (comps.), *Do Economists Make Markets? On the Performativity of Economics*. Princeton: Princeton University Press.
- Nelson, R. y Winter, S. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: The Belknap Press.
- Ocampo, J. A. (2008). “Los paradigmas del desarrollo en la historia latinoamericana”. En Machinea, J. L.; Iglesias, E. y Altimir, O., *Hacia la revisión de los paradigmas del desarrollo en América Latina*, pp. 19-57. Santiago de Chile: CEPAL-Secretaría General Iberoamericana.

- Ocampo, J.; Patlán Martínez, E. y Arellano Hernández, A. (2003). *Un debate abierto. Escuela y corrientes sobre la tecnología*. México: Universidad Autónoma de Chapingo.
- Pérez, C. (2010). “Dinamismo tecnológico e inclusión social en América Latina: una estrategia de desarrollo productivo basada en los recursos naturales”. *Revista de la CEPAL*, n° 100, pp. 123-146.
- Pinch, T. (1996). “The Social Construction of Technology: A Review”. En Fox, R. (comp.), *Technological Change: Methods and Themes in the History of Technology*, pp. 17-36. Amsterdam: Harwood.
- (2008). “Technology and Institutions: Living in a Material World”. *Theor. Soc.*, vol. 37, pp. 461-483.
- (2010). “On Making Infrastructure Visible: Putting the Non-Humans to Rights”. *Cambridge Journal of Economics*, vol. 34, n° 1, pp. 77-89.
- Pinch, T. J. y Bijker, W. (1987). “The Social Construction of Facts and Artifacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other”. En Bijker, W.; Hughes, T. P. y Pinch, T. J. (comps.), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, pp. 17-50. Cambridge, Mass.: The MIT Press.
- (1984). “The Social Construction of Facts and Artifacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other”. *Social Studies of Science*, vol. 14, pp. 399-441.
- Pinch, T. y Swedberg, R. (2008). *Living in a Material World: Economic Sociology Meets Science and Technology Studies (vol. 1)*. Cambridge, Mass.: The MIT Press.
- Potts, J. y Hartley, J. (2015). “How the Social Economy Produces Innovation”. *Review of Social Economy*, vol. 73, n° 3, pp. 263-282.
- Rivera Ríos, M. A.; Robert, V. y Yoguel, G. (2011). “Cambio tecnológico, complejidad e instituciones: el caso de Argentina y México”. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía. Edición Cono Sur*, vol. 4, n° 8.
- Robert, V. y Yoguel, G. (2011). “La dinámica compleja de la innovación y el desarrollo económico”. En Antonelli, C., *Handbook on the Economic Complexity of Technological Change*. Cheltenham y Northampton: Edward Elgar.

- Rotmans, J.; Kemp, R. y Van Asselt, M. (2001). More Evolution than Revolution: Transition Management in Public Policy. *Foresight*, vol. 3, n° 1, pp. 15-31.
- Saviotti, P. (2011). Knowledge, Complexity and Networks. En Antonelli, C., *Handbook on the Economic Complexity of Technological Change*, capítulo 6. Cheltenham y Northampton: Edward Elgar.
- Schumpeter, J. A. (1939). *Business Cycles: A Theoretical Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. Nueva York: McGraw-Hill.
- (1934). *The Theory of Economic Development*. Cambridge: Harvard University Press.
- (1942). *Capitalism, Socialism and Democracy*. Nueva York: Harper and Brothers.
- (1947). “The Creative Response in Economic History”. *Journal of Economic History*, n° 37.
- Swedberg, R. (2008). “The Centrality of Materiality: Economic Theorizing from Xenophon to Home Economics and Beyond” En Pinch, T. y Swedberg, R. (comps.), *Living in a Material World*, pp. 57-87. Cambridge, Mass.: The MIT Press.
- (2012). “Theorizing in Sociology and Social Science: Turning to the Context of Discovery”. *Theory and Society*, vol. 41, n°1, pp. 1-40.
- Thomas, H. (2008). “Estructuras cerradas vs. procesos dinámicos: trayectorias y estilos de innovación y cambio tecnológico”. En Thomas, H. y Buch, A. (comps.), *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- (2010). “Tecnologías para la inclusión social: Funcionamiento, alianza socio-técnica, ciudadanía”. Conferencia presentada en el simposio “Tecnologías para la inclusión social en América Latina. Desafíos políticos y conceptuales”, VIII Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología, Buenos Aires.
- (2011). “Tecnologías para la inclusión social en América Latina: de las tecnologías apropiadas a los sistemas tecnológicos sociales. Problemas conceptuales y soluciones estratégicas”. En Santos, G. y Fressoli, M. (comps.), *Tecnología, desarrollo y democracia. Nueve estudios sobre dinámicas sociotécnicas de exclusión/inclusión social*. Ministerio de Ciencia y Tecnología, Argentina.

- Vaccarezza, L. S. (2004). “El campo CTS en América Latina y el uso social de su producción”. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, vol. 1, n° 2, pp. 211-218.
- Vessuri, H. (2007). *O inventamos o erramos. La ciencia como idea-fuerza en América Latina*. Bernal: Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- Villavicencio, D. (2000). “Economía y Sociología: Historia reciente de una relación conflictiva, discontinua y recurrente”. En De la Garza, E. (comp.), *Tratado Latinoamericano de Sociología del Trabajo*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Woolgar, S. (1991). “The Turn to Technology in Social Studies of Science”. *Science, Technology and Human Values*, vol. 16, n° 1, pp. 20-50.
- Yoguel, G.; Barletta, F. y Pereira, M. (2013). “De Schumpeter a los postschumpeterianos: viejas y nuevas dimensiones analíticas”. *Problemas del Desarrollo*, vol. 44, n° 174, pp. 35-59.

Capítulo 22

Emergencia y desarrollo de capacidades de innovación en países de menor desarrollo relativo

Andrew Cummings

Introducción

El marco conceptual general para discutir la emergencia de capacidades de innovación en países en desarrollo es el enfoque amplio y holístico de sistemas de innovación desarrollado por Lundvall, Johnson, Anderson y Dalum (2001). Esta visión amplia de sistemas de innovación enfatiza la importancia del conocimiento tácito basado en lo que ellos denominan “*learning by doing, using and interacting*”. Johnson y López (2010) argumentan que este enfoque amplio puede ser adaptado para “analizar y habilitar la construcción y promoción de sistemas de innovación en contextos de países en desarrollo”.

Adaptando el enfoque al contexto neoperiférico de América Latina, Arocena y Sutz (2010: 153) argumentan que:

... los sistemas de innovación parecen ser más fragmentados que sistémicos, tienen una densidad baja de relaciones nacionales innovadoras y dependen esencialmente de la innovación traída desde afuera [...] En consecuencia, las capacidades endógenas son muy débiles y menores a las requeridas para solucionar problemas, no solo en la esfera de la producción sino en la sociedad en su conjunto (Arocena y Sutz, 2002).

Por lo tanto, para ser adaptado a contextos de pequeños países de menor desarrollo como El Salvador, el énfasis debe colocarse en comprender los sistemas de innovación como sistemas en construcción (Lundvall *et al.*, 2009; Muchie *et al.*, 2003; Chaminade y Vang, 2008b; Cummings, 2007), donde la mayor parte de las organizaciones están presentes, pero donde los vínculos críticos y los marcos institucionales necesarios para facilitar la innovación son débiles y fragmentados (Szogs, Chaminade y Cummings, 2011). Sin embargo, hasta ahora la literatura ha sido poco precisa acerca de cómo y por qué emergen y se desarrollan capacidades de innovación en los tejidos económicos de países con sistemas nacionales, sectoriales y territoriales de innovación emergentes, fragmentados y débiles.

El propósito del capítulo es conceptualizar la emergencia y el desarrollo de capacidades de innovación en empresas y en los diversos actores con los cuales interactúan para generar esfuerzos innovadores, crear ventajas competitivas y dar respuesta a los retos que se plantean para la construcción de sistemas de innovación robustos como un aporte fundamental a estrategias de desarrollo sostenible e inclusivo en países de menor desarrollo relativo, utilizando El Salvador como un ejemplo referencial.

Para comprender los procesos de emergencia y desarrollo de capacidades robustas de innovación en los diversos contextos “neoperiféricos” de América Latina (Arocena y Sutz, 2002, 2012), es necesario profundizar la discusión sobre capacidades de innovación buscando la respuesta a algunas preguntas fundamentales: ¿cómo es que los actores producen innovaciones bajo las condiciones existentes en determinados contextos nacionales y los territorios subnacionales donde se localizan? ¿Qué es lo que motiva a estos actores económicos y qué es lo que les permite saber y poder hacer esto, trabajando frecuentemente en red con otros actores? Para poder discutir cómo las capacidades de innovación emergen y son expresadas en iniciativas económicas innovadoras en determinados contextos, y cómo podrían ser fortalecidas, la naturaleza esencial de las capacidades de innovación debe ser revelada, más allá de su funcionalidad en procesos innovadores.

Capacidades tecnológicas y funcionales de innovación: punto de partida

Muchas de las definiciones de capacidades de innovación son básicamente una reformulación de la definición del autor del proceso innovador y sus productos. Por ejemplo, Kim (1997: 6) define las capacidades de innovación como las “habilidades para crear y llevar nuevas posibilidades tecnológicas a la práctica”. Esto implica “una gama amplia de actividades desde la capacidad para inventar, la capacidad de innovar y la capacidad de mejorar la tecnología existente, más allá de los parámetros iniciales de diseño”. Esta capacidad requiere una progresión de competencias funcionales necesarias: “investigación básica para lograr conocimiento como finalidad propia; investigación aplicada para obtener conocimiento con aplicaciones comerciales específicas; desarrollo para traducir conocimientos técnicos y científicos en nuevos productos, procesos y servicios concretos”. Kim argumenta que este tipo de capacidades funcionales son necesarias para innovar realizando cambios mayores pero también menores en tecnologías que son “vitales como fuente de aumentos de productividad en prácticamente todas las industrias, tanto en países avanzados como en los involucrados en procesos de *catching-up*” como Corea, país de referencia para Kim, como en los de menor desarrollo relativo y en especial los países de Centroamérica.

Bajo una lógica similar, Akman y Yilmatz ofrecen un listado de definiciones de capacidades de innovación¹ que relacionan con la movilización endógena y exógena de conocimientos aplicados al proceso endógeno de innovaciones de proceso y producto, orientadas a cumplir con las demandas del mercado externo que producen valor para la firma. En su propia definición Akman y Yilmatz (2008: 79) también agregan la creación de una “cultura organizacional innovativa”, así como las “características de actividades internas de promoción” y “las capacidades para comprender y responder apropiadamente el ambiente externo” que son necesarias para innovar.

Definiciones de este tipo son útiles en virtud de su simplicidad y aplicabilidad en estudios que vinculan capacidades de innovación con resultados-innovaciones de determinados tipos. Sin embargo, estas definiciones dejan sin respuesta la pregunta sobre qué son, en su esencia,

¹ Estos autores citan definiciones de Adler y Shenbar (1990), Kogut y Zander (1992), Romijn y Albaladejo (2002), Szeto (2000), Lall (1992) y Zhao *et al.* (2005).

las capacidades de innovación. En consecuencia, siguen considerando a la firma como una caja negra sin explorar.

Un segundo punto de complejidad agregado a la discusión de capacidades de innovación son las categorías funcionales más específicas para la operacionalización de los conceptos en las investigaciones. El avance más sustancial ha sido el desarrollo del concepto de capacidades tecnológicas, consideradas como las capacidades clave para desarrollar productos innovadores.² En este desarrollo conceptual Bell y Albu (1999: 1724) proponen ir más allá de “posicionar las capacidades tecnológicas en categorías funcionales relacionadas con el tipo de actividades que facilitan las capacidades de producción, de inversión y de vinculación”. Por el contrario, proponen incorporar una dimensión adicional de acuerdo con el “grado de innovación implicado en estas actividades” como una “cualidad o profundidad que puede ser lograda en diferentes grados en todas las áreas funcionales”.

Esta propuesta se incorpora en la categorización propuesta por Bell acerca de las capacidades tecnológicas—con especial énfasis en el aprendizaje, la generación, la adaptación y el uso de conocimiento—existentes dentro de empresas en países de menor desarrollo. Incorpora en su categorización diferentes tipos de actividades tecnológicas, de mayor a menor grado innovativo, junto con diferentes conjuntos de capacidades necesarias para realizar las actividades a través de: a) la creación de nuevos conocimientos vía I+D, b) la transformación de conocimiento “desde formas de aplicación general a formas más específicas y concretas” (conocidas como capacidades de diseño e ingeniería) y c) las capacidades operativas o de producción que utilizan conocimientos aplicados en la forma de sistemas operativos específicos (2007: 23).

Asimilación dinámica de tecnologías exógenas

Para las empresas manufactureras que operan en escalas pequeñas en países en desarrollo, y especialmente en los de menor desarrollo relativo como El Salvador, la adquisición y asimilación de componentes tecnológicos exógenos a sus sistemas de producción y comercialización es un proceso crucial de aprendizaje interactivo que requiere capacida-

² Ver Lall (1992) y Bell y Pavitt (1995) como textos esenciales para el desarrollo del concepto.

des importantes de vinculación y relacionamiento en red. Bell (1997: 65, 69) define la asimilación dinámica de tecnología exógena importada o transferida como su integración en un proceso de cambio tecnológico e innovación dentro de las empresas importadoras y las economías donde están inmersas. Una clasificación general de los tipos o grados de asimilación tecnológica incluye un conjunto de capacidades para el desarrollo tecnológico endógeno: operativa, replicativa, adaptiva e innovadora.³

En la caracterización del proceso requerido para lograr la asimilación dinámica de tecnología en una empresa o grupo de empresas, Bell (1997: 70) argumenta que es importante “ir más allá de la mejora de la eficiencia del proceso o del desarrollo de la (re) producción local de equipo” y se requiere incluir una “dimensión de la producción relacionada crecientemente con la asimilación creativa de tecnología”: es decir, poder ir más allá de los límites de la categoría del producto original.

Bell, además, hace hincapié en dos dimensiones adicionales. “La primera se refiere a la creación de las capacidades necesarias para capturar una mayor parte del valor añadido total; por ejemplo, a partir de la realización de una mayor proporción de las actividades de diseño y de marketing”. La segunda es el desarrollo de competencias tecnológicas en el área de la tecnología inicialmente adquirida, que permitan la posible diversificación fuera de esta área. Es decir, tanto la diversificación de productos similares como la diversificación “horizontal” hacia categorías de productos diferentes pero relacionados. A largo plazo, argumenta que este proceso de asimilación o de aprendizaje puede crear la base para el desarrollo de la capacidad de diversificar tanto “hacia la producción de maquinaria e instrumentación aguas arriba como en productos más elaborados aguas abajo” (1997: 70).

Al aplicar estos conceptos –de una forma relevante para nuestra discusión de la emergencia de capacidades de innovación– Bell argumenta que las “capacidades tecnológicas dinámicas son construidas acumulativamente “hacia arriba” partiendo de competencias más simples a más complejas de diseño, ingeniería y gerencia empresarial. Por el contrario, esas capacidades no se construyen “hacia abajo” desde los esfuerzos de I+D. Este proceso de construcción de capacidades, necesario para la asimilación dinámica de tecnología exógena, “no solamente requiere lograr el uso y desarrollo de hardware de producto y proceso. Las dimensiones or-

³ Para una conceptualización complementaria de la asimilación dinámica en relación con la transferencia de tecnología ver Müller, 2003.

ganizacionales son también críticamente importantes”. Es especialmente importante establecer un proceso continuo de adaptación y desarrollo organizacional que puede jugar “un rol significativo para estimular una búsqueda que facilite la implementación de adaptaciones continuas y mejoras en el ‘hardware’ de productos y procesos” (1997: 74-76).

Lograr este proceso de asimilación dinámica de tecnología no es generalmente el trabajo de una empresa individual. Por el contrario, requiere “el desarrollo de interfaces que generan cambios entre empresas que están vinculadas con ‘cadenas de suministros’, ‘redes’ y ‘sistemas’ así como con varias organizaciones intermediarias e instancias especializadas en tecnologías” (Bell 1997: 76-77).

Esto requiere el desarrollo de lo que Helmsing denomina “capacidades asociativas” específicas en las empresas para tomar ventaja proactivamente de los múltiples recursos exógenos que están disponible para el desarrollo innovador a través de la vinculación y el relacionamiento en redes (*networking*) (2001, Cooke y Morgan 1998).

Emergencia y desarrollo de capacidades tecnológicas innovadoras

Atoche-Kong y Dutrénit (2010: 4) proponen comprender las capacidades de innovación como una “capacidad de integración” de mayor orden que coordina en una forma habilidosa capacidades tecnológicas con otras capacidades estratégicas de la firma como marketing y financiamiento (Lawson y Samson, 2002; Teece y Pisano, 1994).

Esta conceptualización es operacionalizada y aplicada en un estudio de caso de una firma siderúrgica de México para poder estudiar el “proceso dinámico que explica la emergencia de capacidades de innovación en firmas que no cuentan con un mínimo de conocimientos tecnológicos”. Los autores argumentan que es importante enfocarse en analizar el proceso de emergencia en respuesta a una debilidad en la literatura de gestión de la innovación y sobre capacidades tecnológicas ex-post de firmas que ya son innovadoras o no innovadoras.

Los autores abordan la emergencia y el desarrollo de capacidades de innovación concluyendo que “la creación de capacidades de innovación es un proceso continuo y *path dependence*”. Este proceso involucra la interacción y la evaluación codependiente de un conjunto contextualmente específico de diferentes capacidades estratégicas (por ejemplo, marketing, gestión empresarial y tecnológica, etcétera), cualquiera de las cua-

les –argumentan– puede asumir el rol de una capacidad de innovación.⁴ Argumentan que “una organización opera como un conjunto” y como tal debe desarrollar y coordinar sus capacidades estratégicas para crear efectos sinérgicos y para proveer productos y servicios de alta calidad a precios razonables” (Atoche-Kong y Dutrénit, 2010: 24). Entre sus resultados, enfatizan que es importante analizar las capacidades internas de gestión empresarial para coordinar la aplicación de recursos controlados por diferentes unidades de la firma en esfuerzos innovadores.

Sobre la base de Pavitt (1995) y Fibueiredo (2002), Atoche-Kong y Dutrénit (2010) proponen un marco comparativo de niveles innovadores (*innovativeness levels framework*) identificando cinco niveles de capacidades tecnológicas:

- Rutinas básicas: aprendiendo a operar.
- Rutinas intermedias: como “independencia de operación y mantenimiento”.
- Innovadora básica: como “seguidor adaptador de buenas prácticas y/o innovaciones”.
- Innovadora intermedia: como “primer adoptante para desarrollar sus propias innovaciones a nivel local”.
- Innovadora avanzada: “primer adoptante e innovador de clase mundial en la industria”.

Los modelos conceptuales propuestos por Bell (2007) y Atoche-Kong y Dutrénit (2010) representan un avance sustancial en la caracterización de las capacidades funcionales, de gestión interna y vinculación con actores endógenos de los sistemas de innovación que las empresas deben poder manejar estratégicamente al más alto nivel para poder lograr un desempeño innovador. También, en relación con la importancia de poner foco en las especificidades del proceso de emergencia y desarrollo de estas capacidades en contextos de países de menor desarrollo relativo.

⁴ El argumento acerca de que estas capacidades estratégicas pueden asumir un rol como capacidades innovadoras en determinados circunstancias es ejemplificado en las estrategias y prácticas innovadoras de marketing, que son necesarias para generar valor y rentabilidad de las innovaciones de producto y proceso.

Sin embargo, en el resto del capítulo se argumenta que es necesario complejizar y profundizar la conceptualización de capacidades de innovación para poder comprenderlas mejor como capacidades estratégicas de mayor orden, de integración de otras capacidades o competencias funcionales de la empresa, aplicadas en esfuerzos innovadores. Se propone una forma complementaria para conceptualizarlas, tanto en términos de sus expresiones funcionales –lo que la firma sabe y puede *hacer*– para impulsar esfuerzos innovadores, como en cuanto a cómo entender lo que *son* las capacidades innovadoras, su naturaleza esencial y componentes.

¿Qué son las capacidades de innovación?

Comprender mejor qué *son* las capacidades de innovación, su naturaleza y su impacto en los procesos innovadores es esencial para poder analizar e incidir en los procesos de emergencia y desarrollo de estas capacidades en contextos de diferente complejidad. Es decir, buscamos una comprensión de las capacidades de innovación más allá de i) definiciones basadas en las capacidades que permiten a las organizaciones generar procesos innovadores y ii) la evidencia *ex-ante* de capacidades de innovación que se expresen en indicadores de innovación.

En este sentido, el análisis en un contexto centroamericano sobre cómo y por qué iniciativas económicas, con el involucramiento de otros actores, han podido introducir novedad con una importancia significativa en sus rutinas organizacionales, así como en bienes y servicios, indica que las capacidades innovadoras son una combinación sinérgica entre capacidades de aprendizaje y vínculos internos y externos a la organización. La coordinación dinámica de las capacidades de aprendizaje y conectividad ha sido el proceso más importante y el conocimiento, la organización interna y las relaciones en red, los recursos más importantes para lograr el desempeño innovador. Aunque la relativa importancia de los procesos de aprendizaje, organización interna y vinculación externa será contextualmente específica, existen evidencias de que son necesarios y complementarios y que su coordinación sinérgica constituye un elemento clave de la capacidad innovadora (Cummings, 2007, 2009, 2012).⁵

⁵ Este argumento busca complementar el énfasis que muchos investigadores de la innovación ponen sobre conocimiento “como el curso más importante; y el aprendizaje, el proceso más importante” para lograr un desempeño innovador (Johnson, 1997: 2-3, traducción del autor).

Yoguel y Boscherini (2000: 8-9) llegan a una conclusión similar basada en estudios sobre innovación en la Argentina, un país significativamente más avanzado en su desarrollo relativo que El Salvador, pero que todavía puede ser comprendido como parte de la “neoperiferia” de países del Sur. Los autores argumentan que la capacidad de innovación de una firma está relacionada con la creación de una cultura organizacional que facilita la convergencia de diferentes tipos de conocimientos y otras capacidades existentes en diversas áreas de la firma a ser aplicadas en esfuerzos innovadores. Procesos de aprendizaje individuales y colectivos son la base para un proceso dinámico, continuo y acumulativo de desarrollo.

Bajo la lógica del “enfoque en capacidades”, el desempeño innovador y las estrategias innovadoras de las firmas están directamente relacionados con una combinación contextualmente específica de capacidades de absorción y conectividad (Robert *et al.*, 2010; Erbes, Robert y Yoguel, 2010). Un argumento central bajo este enfoque es que

... las capacidades de absorción y conectividad se refuerzan mutuamente. Organizaciones con una capacidad alta de absorción tienden a ser más abiertas y sostener una densidad más alta en sus relaciones. Al mismo tiempo, la densidad de relaciones (capacidad de conectividad) ayuda a desarrollar una mayor capacidad de absorción y, por lo tanto, la organización está expuesta a flujos significativos de conocimiento, aprendizaje y desarrollo de nuevas habilidades (Robert *et al.*, 2010: 6-7).

Capacidades para coordinar esfuerzos innovadores

Lawson y Samson (2001: 385) agregan valor a esta conceptualización de capacidades de innovación enfatizando que son un tipo especial de capacidades de mayor orden que posibilita que la firma pueda “integrar”, “moldear” y “gerenciar” múltiples capacidades estratégicas para “transformar continuamente conocimientos e ideas en nuevos productos, procesos y sistemas para el beneficio de la firma y sus grupos de interés (*stakeholders*)”. La innovación es dependiente de las capacidades gerenciales y de coordinación aplicadas a vincular en forma sinérgica y sistemática el conocimiento y los recursos financieros producidos por las actividades existentes –*mainstream*– para invertir en nuevas actividades innovadoras –*newstream*– que agregan valor y dinamizan la competitividad de las operaciones centrales (*core*) de la firma. “Innovación [...] para los que la

hacen bien, permea todos los aspectos de la existencia de la organización, del sistema desde sus valores esenciales a las medidas y comportamientos manifestados a diario”. Es parte integral de la cultura corporativa.

Lawson y Samson reconocen implícitamente que el aprendizaje y las vinculaciones en redes están implícitamente relacionados con las capacidades estratégicas de innovación. Argumentan que las capacidades de la firma –para “absorber conocimiento de diferentes fuentes y mezclar las diferentes competencias técnicas en varios departamentos”, así como para “desarrollar relaciones de intercambio con unidades e individuos más allá de las fronteras tradicionales de la firma” creando “redes y alianzas de consumidores, proveedores, competidores y otros participantes no-mercado”– son claves para lograr resultados innovadores. Por lo tanto, las conexiones en redes son una forma efectiva para “reducir costos, riesgos y lograr economías de escala, así como para reducir el tiempo de desarrollo de nuevos productos”, “abrir la oportunidad y acceder a recursos clave del contexto externo a la firma” y “absorber conocimiento a través de la participación en redes externas” como aspectos críticos de la innovación exitosa (2001: 383-4).

Lawson y Samson argumentan que la capacidad de innovación no es un “constructo” identificable por separado, sino que está “compuesta por prácticas y procesos que se refuerzan mutuamente dentro de la firma”. Ellos identifican siete agrupaciones principales de elementos que componen la capacidad de innovación: “visión y estrategia, aprovechar la base de competencias, inteligencia organizacional, creatividad y el manejo de ideas, estructura y sistemas organizacionales, cultura y clima y gestión tecnológica” (2001: 389).

Aspectos integradores y comunicacionales de capacidades de innovación

Mientras que Lawson y Samson (2001) toman como punto de partida las firmas individuales y reconocen la importancia de sus conexiones con redes externas de actores como un aspecto clave de sus capacidades de innovación, Best (1999) y Koivisto (2005) argumentan que las capacidades de innovación emergen en las relaciones entre las firmas y el contexto externo, especialmente en la relación entre firmas y mercados.

Para desarrollar una “perspectiva de capacidades” para el análisis de las dinámicas de crecimiento de aglomeraciones (*clusters*) regionales, Mi-

chael Best (1999) combina los argumentos de Penrose relacionados con el desarrollo de capacidades y el principio sobre especialización creciente de Smith. El modelo que desarrolla se basa en la relación sinérgica entre las dinámicas internas de las firmas, el desarrollo de redes horizontales entre firmas y la evolución de la especialización y la diversificación de las firmas industriales dentro de estas redes.

Koivisto (2005: 36) complementa a Best argumentando que la capacidad de innovación de una firma es un “concepto relacional” dado que la innovación emerge de la relación entre la empresa y el ambiente.

Es, por lo tanto, racional y altamente necesario abordar los factores que afectan el desarrollo de la capacidad de innovación de una firma desde una perspectiva más amplia (meso) y sistémica, y en el nivel de la población más amplia de firmas. [...] percibir las firmas individuales como parte de una red más amplia o cadena de actores, población o grupo de firmas.

En este sentido, la capacidad de innovación de una firma es “funcionalmente definible en dos sentidos: como una capacidad integrativa o función de la firma y como una función comunicativa de la firma. La función integrativa hace referencia a la producción de innovación y la función comunicativa a la difusión de innovación”.

Koivisto concibe las capacidades de innovación, por un lado, como capacidades integrativas de mayor orden (citando a Lawson y Samson, 2001) y también como capacidades dinámicas que habilitan que la firma “integre, construya y reconfigure competencias internas y externas para atender ambientes rápidamente cambiantes [...] dadas sus dependencias de trayectoria y posicionamiento en mercados” (Teece *et al.*, 1997; Zollo y Winter, 2002). Por otro lado, argumenta que la naturaleza relacional del proceso de innovación demanda una capacidad comunicativa para concluir con éxito y lograr rentabilidad del proceso innovador a través del posicionamiento de nuevos productos y servicios en el ambiente de selección y también renovar su comercialización. La función comunicativa de la capacidad de innovación está directamente relacionada con el marketing de productos y servicios innovadores, la comprensión de las demandas de mercado y la competencia y la relación con compradores.

Sin embargo, “antes de ofrecer los nuevos productos y/o servicios en el mercado, los gerentes o emprendedores deben *reconocer o descubrir oportunidades para un cambio lucrativo*. Dado que las oportunidades no aparecen en una forma predeterminada, este proceso de identificación de

oportunidades dista de ser trivial”. Existe una importante fase preinnovación de análisis prospectivo del mercado y las tecnologías. Por lo tanto, las capacidades de innovación implican un proceso integrado empezando con el reconocimiento inicial de oportunidades para que se generen cambios lucrativos y una búsqueda para aprovechar estas oportunidades y lograr su implementación (Koivisto, 2005: 49, citando a Baumol, 2002).

El aspecto comunicativo también se refiere al posicionamiento de la firma como innovadora, que alude a “su saber hacer específico y su diferenciación de otros actores y competidores en el mismo campo”. El posicionamiento “depende de su crecimiento y desarrollo para llegar a ser un socio y proveedor confiable y de su participación activa en operaciones de negocio en la comunidad empresarial”. El posicionamiento de la firma crea valor para inversores y hace que sea financiable (Koivisto, 2005: 49).

Esta dualidad en la conceptualización de capacidades de innovación planteada por Koivisto está relacionada con la paradoja de la innovación entre la creación y la destrucción creativa y con la capacidad de solucionar creativamente esta paradoja como lo hace una firma innovadora. En este sentido, Koivisto retoma el trabajo de Schreyögg y Kliesch (2005) para argumentar que las firmas innovadoras aprenden a aprovechar el poder de la especialización creciente y el desarrollo de las capacidades organizacionales en actividades modeladas y rutinizadas para la solución de problemas. Simultáneamente compensan los riesgos inherentes de rigidez y *lock-in* con actividades de “vigilancia y otras que orientan a las empresas en dirección a los cambios que tienen que ser realizados”. Esto implica tomar una perspectiva sistémica de la firma, tratando las funciones de explotación y exploración –cambio– como fuerzas rivales, procesos contrapuestos a ser gestionados simultáneamente. “El corazón del manejo exitoso es la dualidad balanceada de patrón de selección (desarrollo de competencias) y la compensación de riesgos (dinamización)” (2005: 76-78, 80).

Esta conceptualización de la capacidad de innovación es complementaria con el argumento de Lawson y Samson (2001) acerca de que la capacidad de innovación implica la gestión sinérgica de los procesos de explotación de los procesos existentes (*old-stream*) y los nuevos procesos innovadores (*new-stream*).

Por lo tanto, un componente esencial de las capacidades de innovación es contar con una perspectiva crítica de la gestión de los riesgos de un *path dependence* centrado en una creciente especialización y *lock-in* relacionados con una rigidez fundamental (*core*), el lado opuesto de las

competencias centrales de la firma. Esto implica el monitoreo de las competencias del sistema, para poder identificar problemas críticos relacionados con recursos, *know-how*, y especialmente el desarrollo del sendero evolutivo y los posibles *lock-in* así como “asuntos críticos y sorpresas” que surgen del ambiente externo que podrían restringir el despegue de las capacidades innovadoras. Por lo tanto, debe existir una búsqueda consciente, reflexiva y autocrítica para identificar “señales críticas”, relacionadas con las dinámicas tanto internas como externas que indican la necesidad de realizar cambios. “El monitoreo agrega un modo reflexivo al modo operativo” de la gestión empresarial (Koivisto, 2005: 79, citando a Schreyögg y Kliesch, 2005, y Koch, 2004; ver Dodgson y Bessant, 1996; Grabher, 1993, y Schienstock, 1999).

La importancia de la coordinación interna y de las capacidades de relacionamiento es indicada de la siguiente forma por Kioivisto (2005: 79).

El monitoreo de las competencias debería ser visto como una actividad distribuida a través de la organización completa, que requiere capacidades de coordinación significativas de mayor nivel. Pero es también posible ver eso como una actividad conjunta o distribuida entre una organización principal y una organización externa facilitadora. [...] Especialmente las organizaciones más pequeñas y con menor experiencia necesitarán buscar fuentes externas para sus procesos de renovación de competencias. [...] Muchas firmas no tienen la experiencia, los recursos y las competencias para comprender y priorizar sus problemas de una forma tal que los recursos internos y externos y las oportunidades puedan ser identificados y utilizados efectivamente. Consultores u otras organizaciones proveedores de servicios intensivos en conocimiento para las empresas (Den Hertog, 2000) pueden proveer insumos valiosos en las primeras fases de innovación, creando un marco estratégico para generar cambios. Pueden también identificar necesidades y recomendar medios para que los problemas identificados puedan ser solucionados (Bessant y Rush, 1995).

Estos últimos argumentos de Kioivisto son especialmente aplicables en contextos como El Salvador donde las competencias endógenas de las empresas, especialmente en tejidos económicos territoriales fuera de las centralidades urbanas, son insuficientes para conceptualizar necesidades y estrategias de innovación frente a los problemas complejos que limitan su competitividad, en especial cuando no cuentan con actores complementarios de apoyo.

En síntesis, las capacidades de innovación son capacidades del más alto nivel, integradoras de otras capacidades estratégicas en empresas (Atoche-Kong y Dutrénit, 2010; Kiovisto, 2005; Lawson y Samson, 2002; Teece y Pisano, 1994).⁶ La práctica transformadora puede emerger desde dentro del sistema tecnológico a través de la generación endógena de novedad, de la asimilación dinámica de elementos exógenos, o más bien, a partir de la combinación creativa y sinérgica de ambos tipos de procesos (Cummings, 2007). En este sentido, el desempeño y las estrategias innovadoras dependen de una combinación contextualmente específica de la capacidad de absorción de conocimientos y de la capacidad de conectividad para movilizar estos conocimientos de agentes exógenos (Robert *et al.*, 2010, citando a Erbes, Robert y Yoguel, 2010). La vinculación es también clave para movilizar otros recursos para la aplicación de conocimientos innovadores generados endógenamente o asimilados dinámicamente de fuentes externas (Cummings, 2007).

Saber hacer para innovar reflexionando sobre la práctica

Las capacidades de innovación integran el conjunto de saberes que poseen los actores: saber o conocimiento, saber hacer y saber estar (relacionarse y posicionarse). La construcción y fortalecimiento de capacidades implica la formación e investigación formal, que son también resultados del aprender haciendo, de las reflexiones sobre sus propias experiencias y del intercambio con otros actores.

Bell y Albu (1999) sostienen que, en la discusión del aprendizaje relacionado con el carácter innovador o no de las capacidades tecnológicas, es fundamental distinguir entre los mecanismos que están involucrados en “la replicación y recirculación de conocimiento que está establecido dentro del sistema de producción” y los “involucrados en la adquisición, creación, procesamiento y acumulación de nuevos conocimientos, de modo que pueda entrar en juego en el sistema”.

Johnson (1992: 32) también distingue entre rutinas activas y pasivas para la generación de nuevos conocimiento en su caracterización de los

6 Aunque el actor de referencia para esta conceptualización de capacidades de innovación son diversos tipos de iniciativas empresariales, es también aplicable a otros tipos de actores involucradas en los sistemas territoriales, sectoriales y nacionales de innovación, así como otros actores de la gestión del desarrollo territorial.

procesos de aprendizaje a través de las cuales empresas generan nuevas bases de conocimiento en sistemas de innovación. Estas son:

- “Aprender a través de la producción, o simplemente aprender, es el proceso de creación de nuevos conocimientos a través de aprender haciendo, utilizando o interactuando por medio de actividades tales como la compra de insumos, la producción o el comercio llevados a cabo por la empresa, y también a través de la comunicación e interacción normal entre las empresas que no están organizadas expresamente para generar nuevos conocimientos”.
- “Aprender buscando es un proceso sistemático que se caracteriza por actividades que se organizan de forma explícita para incrementar el conocimiento y con ello estimular la innovación. Aprender buscando puede subdividirse en dos categorías muy relacionadas: actividades de búsqueda organizadas que están estrechamente relacionadas con la producción e influenciadas por la lógica económica del sector del comercio, y otras actividades orientadas menos por la generación de ingresos, como la investigación básica llevada a cabo por universidades y otras organizaciones similares. El último puede ser llamado aprendizaje mediante la exploración”.

Diferentes tipos de procesos de aprendizaje requieren diferentes capacidades de los actores involucrados y el fortalecimiento de diferentes tipos de competencias en los diferentes actores implicados en esfuerzos innovadores.

En este sentido, Cooke (1999: 3-4) argumenta que la búsqueda y la exploración son “procesos de aprendizaje más complejos, incluyendo actividades como la definición y la solución de problemas”. La búsqueda está deliberadamente orientada a la selección y recombinación de conocimientos existentes para el desarrollo de nuevos productos y procesos. Las empresas de una región deben tener la capacidad para comprender la importancia potencial de los conocimientos desarrollados por otros a través de procesos de exploración, e involucrar apoyos para traducir estos conocimientos en formas aplicables a sus necesidades de innovación.

Edquist (2004) argumenta que, aparte de estos dos tipos de aprendizaje, el enfoque de sistemas de innovación debe poner mayor atención en la relevancia de conocimientos acumulados a través de diferentes tipos

de formación del capital humano en el sistema educativo formal y en otras maneras no formales de formación.

Finalmente, es necesario enfatizar la importancia del aprendizaje reflexivo como una fuente de generación de conocimientos innovadores. El aprendizaje generado a través de procesos intencionales de reflexión sobre la práctica productiva, comercial y de vinculación, especialmente en relación con sus esfuerzos por desarrollar innovaciones, generará un tipo de conocimiento que es cualitativamente diferente del logrado directamente de la participación en estas prácticas. En este sentido estamos hablando del tipo de “aprender buscando” definido por Johnson (1992).

El aprendizaje reflexivo es, por lo tanto, especialmente importante para la innovación porque genera una comprensión consciente –explícita– de la evolución de las rutinas empresariales existentes y esfuerzos innovadores que han buscado solucionar problemas en el pasado. El conocimiento generado puede ser aplicado a la generación de especificaciones para orientar los procesos internos y externos y para concebir, diseñar y desarrollar alternativas innovadoras a los problemas encontrados en el desempeño empresarial e innovador. La reflexión proactiva puede ser utilizada también para desarrollar estrategias que permitan obtener mayor ventaja de las potencialidades endógenas a las empresas en su entorno.

En este sentido, Sunbo (2003: 110-11) argumenta que la *práctica estratégica reflexiva* implica un aprendizaje organizacional de experiencias en la implementación inicial de innovación, tal como estas iniciativas funcionaron en la práctica, llevando a cambios estratégicos en las acciones futuras de la empresa. Aunque los patrones reales de prácticas reflexivas dentro de empresas son considerablemente más caóticos, este proceso puede ser visualizado a partir de reflexiones relacionadas con dinámicas de los mercados y los recursos disponibles endógenamente para tomar ventajas de oportunidades de mercado. Estas oportunidades son interpretadas por la gerencia e integradas en una estrategia –más o menos explícita– para el desarrollo de la empresa. La implementación de esta estrategia puede generar procesos innovadores y, a su vez, aprender reflexionando sobre estos esfuerzos innovadores

... puede dar lugar a un cambio en la estrategia o en la manera de llevar a cabo las actividades innovadoras [...] Cuando el resultado final del proceso de innovación ha funcionado por un tiempo, consideraciones adicionales pueden llevar a la conclusión de que un nuevo posicionamiento en el

mercado o nuevos recursos internos son necesarios, los cuales implican nuevos procesos de reflexión.

En general, esta discusión sobre las diversas modalidades y finalidades del aprendizaje está en sintonía con las distinciones de Lawson y Samson de las rutinas relacionadas con la explotación del *old-stream* versus las vinculadas con actividades del *new-stream*. También se encuentra en línea con los argumentos de Kiovisto sobre la gestión estratégica para lograr la dualidad balanceada de desarrollo de competencias de la especialización actual. Los argumentos de Sunbo también refuerzan el llamado de atención de Kiovisto sobre la necesidad de la reflexión crítica sobre la práctica empresarial como fuente de aprendizaje de la dinámica innovadora.

Aprendiendo a vincularse

Dado que la innovación es un proceso social y el aprendizaje es central en este proceso, resulta clave discutir la importancia de la interacción en redes para el aprendizaje y cómo las empresas y otros actores del sistema de innovación aprenden a vincularse y relacionarse en redes.

La práctica de *networking* es la participación intencional de los actores en redes, la formación de nuevas redes y la disolución de las viejas (Van Geenhuizen y Nijkamp, 1999). El fortalecimiento de capacidades de interacción, en un sentido funcional, permite la participación habilidosa en redes existentes, la creación de nuevas redes, la movilización de recursos desde las redes para cumplir los propios objetivos de un actor, al mismo tiempo que contribuye a relaciones ganar-ganar, que son esenciales para la dinámica de sinergia y la autocatalización de las redes. El concepto de capacidad de conectividad propuesto por Erbes *et al.* (2010) se centra en el objetivo de aumentar la base de conocimientos del actor que es relevante para la innovación, mediante el establecimiento de relaciones y generación de interacciones con otros agentes en la red.

La importancia de las interacciones sinérgicas entre empresas y otros actores directamente involucrados en esfuerzos o iniciativas innovadoras es revelada por Loasby –con referencia a las dinámicas endógenas empresariales– cuando argumenta que:

... lo que puede ser específico de una empresa, más que las competencias de sus miembros, son las interconexiones que les permiten orientarlas

hacia una diversidad de propósitos, incluyendo el desarrollo de nuevos productos y métodos de producción, en formas que ningún miembro individual de la empresa puede especificar y, por lo tanto, puede ser difícil para otras empresas emular.

Ampliando este tipo de argumentación acerca de la importancia de las complementariedades en redes, Carlsson y Jacobsson (1997: 270-271) argumentan que la generación y difusión de nuevas tecnologías depende de la existencia de “economías recíprocas y positivas externas” entre empresas y otros actores en redes. Esto puede reducir los costos de transacción entre diferentes actores en una misma red. A su vez, el flujo de información y la construcción de conocimientos compartidos pueden redundar en la formación de una visión también compartida del futuro con otros actores relacionados. Esta visión compartida del futuro reduce el riesgo percibido de las inversiones del conjunto y orienta la organización de acciones compartidas para lograr este estado futuro.

Loasby continúa argumentando que para comprender cómo los actores aprenden a vincularse y relacionarse en redes y desarrollan sus capacidades para relacionarse es central reconocer que la integración de especializaciones divergentes pero potencialmente complementarias –y las capacidades asociadas con estas especializaciones– constituyen una actividad especializada. El autor argumenta del siguiente modo:

Manejar transacciones cognitivas formales e informales, que no son las de la organización interna ni las del brazo extendido del mercado, requiere una capacidad distintiva, que puede ser especial para cada tipo de relación. [...] La creación de este tipo de capacidades puede implicar inversión sustancial de tiempo y competencias, pero puede crear opciones valiosas dentro de la relación. [...] La coordinación y, sobre todo, el desarrollo interactivo de conocimientos compartidos dependen de la confianza en las competencias y de la buena disposición de sus colaboradores. La confianza es un medio para la creación de opciones, algunas veces de mucho valor, porque es un medio para lograr la combinación distintiva de capacidades (Loasby, 2003: 16, 20; Richardson, 1972, y Smith, 1976).

En cuanto a la pregunta sobre la naturaleza o las capacidades de vinculación y relacionamiento en redes, Blomqvist y Levy (2006: 41, 43) argumentan que los factores relacionales –especialmente los que refuerzan mutuamente la confianza, el compromiso y la comunicación– conforman

lo esencial de la capacidad de colaboración de un actor. En este sentido, la capacidad de colaboración “consiste en la habilidad de construir y manejar relaciones en red basadas en la confianza, la comunicación y el compromiso mutuo”. Es una capacidad integradora y dinámica que es “especialmente importante en contextos dinámicos e inciertos [como los predominantes en países de menor desarrollo relativo] en los cuales las situaciones no usuales demandan acciones coordinadas”. En sintonía con Loasby, argumentan que estas capacidades de colaboración son “una fuente de ventaja competitiva ya que es [algo] valioso, difícil de imitar y socialmente complejo” y “puede compensar saberes tecnológicos promedios o potencialmente reducidos con respecto al promedio, en particular cuando una empresa busca innovar tecnológicamente”. Por lo tanto, un componente clave de las capacidades de vinculación y relacionamiento en redes, relevante para innovar, son las competencias específicas para crear confianza, asegurar compromisos y mantener una efectiva comunicación en relación con los propósitos y metas de innovación con diversos actores en redes de colaboración.

Capacidades innovadoras: componente organizativo

La capacidad para integrar creativamente conocimientos y otros recursos involucra conductos organizacionales concretos, procesos y procedimientos ordenados, inversiones realizadas, etcétera, para superar la brecha entre la conceptualización de una alternativa innovadora y su puesta en práctica como innovación. Estos conductos organizacionales son: las relaciones entre personas que colaboran directamente en la iniciativa innovadora dentro de sus respectivos contextos organizacionales, las relaciones institucionalizadas entre sus respectivas organizaciones, las relaciones entre estas personas y sus organizaciones, así como sus relaciones con actores exógenos. La calidad de la interacción (Orozco, 2005) y la construcción de capital social relacional y de confianza son, en este sentido, fundamentales para la innovación.

Los procesos personales y organizacionales de aprendizaje necesarios para crear vínculos y relacionarse en redes como parte integral del esfuerzo innovador requieren tiempo y recursos significativos. La naturaleza de esta función de coordinación también sugiere que hay un grado importante de conocimiento táctico involucrado que es específico a una determinada configuración en red de las empresas y a otros actores

implicados. Una parte importante de este conocimiento –principalmente tácito– será también compartido socialmente y embebido (*embedded*) en las relaciones existentes entre los actores vinculados en la red. Estas características resaltan el valor especial de esta capacidad innovadora de las empresas y, por lo tanto, su desempeño global. Sin embargo, jugar este rol integrador requiere competencias específicas para construir relaciones de confianza con socios relevantes en redes, intra e interorganizacionales. Así, las capacidades de *networking* para establecer vínculos y relacionarse en redes son aprendidas principalmente en la práctica a través de la participación en relaciones basadas en la confianza y, más aún, reflexionando críticamente e interactivamente sobre los alcances de esta práctica y buscando fortalecerla proactivamente.

Síntesis de capacidades de innovación y su emergencia en la práctica

A manera de síntesis, y agregando más explícitamente la dimensión de la coordinación de los esfuerzos organizativos internos, la capacidad de innovación requiere poder coordinar e integrar sinérgicamente el despliegue de:

- capacidades de aprendizaje reflexivo e interactivo, haciendo conexiones sinérgicas entre los diversos conocimientos generados endógenamente o exógenamente a la empresa o en otro tipo de organización;
- capacidades de vinculación y relacionamiento en redes externas con diversos tipos de actores para movilizar conocimientos especializados, tecnología, financiamiento y otros recursos relevantes para la innovación;
- capacidades para la construcción y gestión de una configuración organizativa e institucional que permita concebir y coordinar diversos actores y procesos en iniciativas innovadoras (Cummings, 2007 y 2009; Cummings y Cogo, 2012).

En síntesis, las capacidades innovadoras son la combinación sinérgica del conjunto de saberes para movilizar conocimientos y otros recursos endógenos y exógenos requeridos para impulsar iniciativas innovadoras que generen transformaciones sustanciales (novedosas e importantes)

en el sistema tecnológico y organizativo de las empresas para posicionar de forma competitiva productos novedosos en el mercado (ambiente de selección) (Cummings, 2007 y 2009; Cummings y Cogo, 2012).

La emergencia y el desarrollo de capacidades de innovación requieren aprender cómo gestionar sinérgicamente las rutinas existentes con las nuevas innovadoras (Samson y Lawson, 2001) o, dicho de otra forma, el manejo simultáneo de las funciones contrapuestas de la explotación de los procesos existentes con la realización de las funciones de exploración y cambio que dinamizan las empresas (Koivisto, 2005).

Lograr esta combinación implica también la coordinación de las capacidades de gestión empresarial y de las rutinas organizacionales internas (tanto relacionadas con la explotación como con la identificación de problemas y organización de esfuerzos para impulsar transformaciones) junto con las capacidades comunicativas y de vinculación para acceder a fuentes exógenas de conocimientos, tecnologías, financiamiento y otros recursos a ser asimilados y aplicados internamente en iniciativas innovadoras. La capacidad de aprendizaje reflexivo e interactivo, en sus diversas modalidades, es fundamental tanto para la gestión de las rutinas organizativas y de gestión empresarial como para la vinculación y el relacionamiento externos.

La emergencia de las capacidades de innovación surge como un fenómeno nuevo desde las dinámicas complejas de las empresas en relación con su contexto. El posterior codesarrollo coordinado de esta compleja configuración de capacidades es una característica específica y diferenciadora de empresas o conjuntos vinculados de empresas que colaboran en esfuerzos innovadores en contextos determinados.

Las capacidades de innovación son también, por naturaleza, dinámicas. Se desarrollan sobre la base de mecanismos intencionales de observación crítica y aprendizaje de rutinas internas, y del contexto externo de las dinámicas de mercados –comportamiento de consumidores y competidores–, evoluciones tecnológicas, etcétera, así como del análisis crítico de las oportunidades o amenazas de la política pública y la evolución en general de los sistemas de innovación territoriales, sectoriales y nacionales en las cuales la empresa está inmersa.

La configuración de cada una de estas tres capacidades básicas –aprendizaje, vinculación/relacionamiento en redes externas y coordinación de rutinas/procesos organizativos internos– es importante. Sin embargo, como ha sido enfatizado anteriormente, la esencia de la capacidad de innovación de una organización es saber y poder lograr sinergia de

la integración coordinada de las tres, como la energía que impulsa la creación de lo cualitativamente nuevo e importante.

La capacidad dinámica de mayor orden de coordinación de las tres capacidades estratégicas de innovación se aplica en iniciativas innovadoras a través de competencias funcionales específicas que están directamente relacionadas con el desempeño innovador de la empresa o el conjunto de las empresas que colaboran en el esfuerzo innovador. En las siguientes dos secciones se profundiza la conceptualización de las capacidades fundamentales de aprendizaje, de relacionamiento-vinculación y de coordinación organizacional, y su aporte a la innovación.

Dado que los intentos no exitosos –fracasos parciales o totales– son una parte importante de la práctica innovadora, las capacidades de la organización para aprender de estas situaciones y superar las limitaciones internas son importantes. Mantener y fortalecer la motivación de las personas implicadas dentro de la empresa, así como de los actores externos de los sistemas de innovación que colaboran en las iniciativas innovadoras, especialmente para superar los retos de innovar en países de menor desarrollo, es crucial como parte de la capacidad innovadora en el mediano y largo plazo.

En este sentido, se enfatiza la importancia de la intencionalidad, direccionalidad y progresividad de acciones para fortalecer las capacidades de innovación, tanto las que surgen internamente como las impulsadas desde otros actores de los sistemas de innovación. Este énfasis está en línea con los argumentos de Van Dijk, Meine y Sandee (2002: 3), quienes señalan la importancia de poner en marcha “procesos de aprendizaje que fortalecen a las pequeñas empresas y que hacen más probable que los emprendedores puedan manejar subsiguientes innovaciones por cuenta propia”, como una característica fundamental de esfuerzos que impulsan la innovación a través de la transferencia de tecnología. Bell (1997: 77-78) también señala la importancia de establecer progresivamente procesos más complejos de aprendizaje y de cambio organizacional “enraizados en profundizar las competencias de firmas individuales y en estructuras de interacción que generan cambios entre las firmas y otras organizaciones”.

Las capacidades de innovación de mayor orden son aplicadas para diseñar e implementar iniciativas innovadoras en diferentes áreas estratégicas como la producción de bienes y servicios, la organización, la gerencia empresarial y el marketing. Por lo tanto, la emergencia y el desarrollo de las capacidades de innovación pueden analizarse en términos de la relativa novedad, riesgo e importancia (económica, social y

ambiental) de las innovaciones que son introducidas con éxito en el ambiente de selección. En este sentido, es fundamental tomar en cuenta los resultados del desempeño innovador en relación con los requerimientos dinámicos de los mercados, la presión competitiva, el mejoramiento del posicionamiento empresarial en cadenas de valor, así como en relación con otros posibles objetivos de innovación como la generación de empleo de calidad y la sostenibilidad ambiental.

Capacidades innovadoras funcionales

Generales

Retomando los elementos concretos de la discusión anterior sobre la naturaleza de las capacidades innovadoras, es posible focalizar la discusión precisando lo que se puede concebir como capacidades funcionales y cómo son expresadas funcionalmente en la práctica innovadora. En este sentido, las capacidades funcionales necesarias para impulsar las iniciativas innovadoras en el tejido económico territorial surgen de la combinación de las capacidades más fundamentales de aprendizaje y vinculación para:

- reflexionar sistemáticamente sobre el desempeño y la práctica de la empresa;
- concebir y refinar progresivamente el diseño de alternativas tecnológicas innovadoras;
- relacionarse con actores externos relevantes para capturar conocimientos y recursos;
- motivar a los actores directamente involucrados a impulsar iniciativas innovadoras;
- desarrollar iniciativas innovadoras a través de la asimilación dinámica de elementos externos o esfuerzos internos para transformar sus sistemas tecnológicos y empresariales;

- reflexionar críticamente sobre las diferentes fases de su práctica innovadora, para informar nuevos procesos.

Esta conceptualización retoma elementos desarrollados por Müller en relación con las capacidades de los agentes de transformación tecnológica y el énfasis en la reflexión crítica de Kiovisto y Sunbo. Pretende ser complementaria a otras que se enfocan en las actividades propias de diferentes formas de aprendizaje para la generación de conocimientos innovadores, y a aquellas centradas en el desarrollo de productos, bienes o servicios innovadores y su presentación en el mercado.⁷

Más específicamente, entre las capacidades funcionales de aprendizaje clave para innovar se pueden identificar aquellas orientadas a comprender problemas complejos, identificar oportunidades, desarrollar especificaciones para procesos de búsqueda, evaluar críticamente alternativas innovadoras, localizar y movilizar los recursos internos y externos, combinar recursos para implementar las alternativas y reflexionar sobre su práctica para fortalecer futuros esfuerzos.

Entre las capacidades funcionales más importantes para poder vincularse con actores externos se destacan la identificación y captura de recursos de conocimiento en la forma de asistencia técnica y capacitación, el aprendizaje a través de intercambios derivados de visitas y participación en ferias, la localización y captura de recursos del sistema financiero y las agencias de cooperación para la inversión en la práctica, el desarrollo de mercados y nuevos compradores.

Entre las capacidades de organización internas del grupo de personas o actores organizacionales impulsores de una iniciativa innovadora se destacan la identificación, motivación e integración de miembros al crear la estructura organizativa e institucional del equipo impulsor y la mejora del funcionamiento organizativo del equipo impulsor. Esto último consiste en el desarrollo de los marcos institucionales formales e informales para mejorar la calidad de las relaciones y resolver conflictos entre miembros, así como también la movilización de recursos de miembros para aplicarlos en iniciativas innovadoras.

⁷ Por ejemplo, la versión del modelo *chain link* presentado por Orozco (2004), con base en Kline y Rosenberg, 1998.

Reflexiones finales

Johnson (1997), perteneciente a la escuela nórdica de sistemas de innovación, argumenta que el conocimiento es el recurso de mayor valor para innovar y que el aprendizaje es el proceso más importante. Sin embargo, en contextos centroamericanos donde los recursos endógenos de conocimientos innovadores son sumamente escasos, se podría argumentar que las capacidades de vinculación son los recursos de mayor valor y la construcción de vinculaciones y redes constituye el proceso de mayor importancia. Esto se explica porque la gestión adecuada de conexiones en redes no solo proporciona acceso a nuevos conocimientos, sino también a una diversidad de recursos tecnológicos y financieros necesarios para la innovación. En esa dirección, la innovación podría ser considerada una combinación sinérgica de las capacidades de aprendizaje interactivo y reflexivo, la vinculación y relacionamiento en redes, coordinado desde una organización empresarial o de conjunto de empresas y otros actores que logra combinar adecuadamente la explotación de sus rutinas bien establecidas con creación de rutinas innovadoras para resolver problemas y aprovechar oportunidades para crear valores competitivos. Las capacidades de innovación se construyen históricamente como propiedades emergentes del esfuerzo innovador de actores competentes en sistemas complejos. Si bien estas capacidades de innovación pueden corresponder a un solo actor, tienden a ser acciones colectivas entre conjuntos asociativos de actores. Su ejercicio en la práctica es habilitado o limitado por determinados elementos estructurales de estos sistemas, es decir, por instituciones formales e informales, por acciones de otros actores y por los mercados.

Los procesos personales y organizacionales para aprender “cómo aprender” y “cómo vincularse” habilidosamente en redes requieren mucho tiempo y esfuerzo. Las capacidades de vinculación y aprendizaje para innovar se adquieren a través de la participación en interacciones sostenidas en relaciones basadas en la confianza y a través de procesos de aprender haciendo. Agregar la reflexión crítica sobre la práctica –para fortalecer el proceso de aprendizaje– es una parte integral del proceso de aprendizaje para innovar, tan importante como los conocimientos adquiridos a través de la formación de los recursos humanos y su búsqueda de conocimientos complementarios de fuentes exógenas.

Adicionalmente, es necesario resaltar que las capacidades de innovación no solamente son saberes acerca de cómo hacer, sino que también

integran el poder hacer para innovar. En este sentido, la importancia de las capacidades de vinculación se refleja en el hecho de que el ejercicio del poder es relacional, pues se realiza en un determinado sistema de actores, y también relativo a un contexto histórico y territorial que incide en las relaciones de poder de este sistema.

Finalmente, el ejercicio de capacidades para innovar está íntimamente relacionado con las motivaciones e intereses de los actores (saber ser). Por ejemplo, las actitudes frente a riesgos o la disposición de cooperación, etcétera, y las aptitudes como la creatividad son integrales a las capacidades de los actores. Para entender los procesos de innovación, es fundamental comprender cómo los principios y valores, así como sus intereses generales y motivaciones específicas, orientan la aplicación de capacidades en la práctica en determinados contextos. Estos son elementos no tangibles, difíciles de detectar y entender, pero determinantes de cómo y por qué los actores ejercen sus capacidades en determinados contextos.

Bibliografía

- Akman, G. y Yimaltz, C. (2008). “Innovative Capability, Innovation Strategy and Market Orientation: an Empirical Analysis in Turkish Software Industry”. *International Journal of Innovation Management*, vol. 12, n° 1, pp. 69-111.
- Atoche-Kong, C. y Dutrénit, G. (2010). “The Complexity of Innovation Capability Development, Interaction between Strategic Capabilities: The Case of Hylsa”. Trabajo presentado en Globelics 2010: “Making Innovation Work for Society: Linking, Leveraging, Learning”, Kuala Lumpur.
- Bell, M. (1997). “Technology Transfer to Transition Countries: Are There Lessons from the Experiences of the Post-War Industrialising Countries?”. En Dyker, D. A. (comp.), *The Technology of Transition: Science and Technology Policies for Transition Countries*. Budapest: Central European University Press.
- (2007). “Technological Learning and the Development of Production and Innovative Capacities in the Industry and Infrastructure Sectors of the Least Developed Countries: What Roles for ODA?”. *The Least Developed Countries Report 2007*, UNCTAD.

- Bell, M. y Albu M. (1999). "Knowledge Systems and Technological Dynamism in Industrial Clusters in Developing Countries". *World Development*, vol. 27, n° 9, pp. 1715-1734.
- Bessant, J. y Rush, H. (1995). "Building Bridges for Innovation: the Role of Consultants in Technology Transfer". *Research Policy*, vol. 24, n° 1, pp. 97-114.
- Blomqvist, K. y Levy, J. (2006). "Collaboration Capability – A Focal Concept in Knowledge Creation and Collaborative Innovation in Networks". *International Journal of Management Concepts and Philosophy*, vol. 2, n° 1, pp. 31-48.
- Carlsson, B. y Jacobsson, S. (1997). "Diversity Creation and Technological Systems: a Technology Policy Perspective". En Edquist, C. (comp.), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organisations*, pp. 266-294. Londres: Routledge.
- Cohen, W. M. y Levinthal, D. A. (1990). "Absorptive Capacity: a New Perspective on Learning and Innovation". *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, n° 1, pp. 128-152.
- Cooke, P. y Morgan, K. (2000). *The Associational Economy: Firms, Regions and Innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- Cummings, A. (2007). *Against All Odds: Building Innovative Capabilities in Rural Economics Initiatives in El Salvador*. Tesis de doctorado. Aalborg: Universidad de Aalborg.
- (2009). "Social Construction of Learning and Networking Capabilities to Innovative in Rural Economic Initiatives in El Salvador". *Revista Pueblos y Fronteras Digital*, n° 6.
- (2010). "Building Innovation Capabilities for Cashew Nut Processing in El Salvador". En Johnson, B. y Segura, O. (comps.), *Systems of Innovation and Development: Central American Perspectives*. Costa Rica: Universidad Nacional.
- Cummings, A. y Cogo, E. (2012). "Networking Capabilities and Innovation in a Traditional Small Scale Agro-Industry: the ACOPANELA Cooperative in El Salvador". En Siyanbola, W.; Egbetokun, A.; Adebowale, B. A. y Olamide, O. (comps.), *Innovation Systems and Capabilities in Developing Regions*, capítulo 14. Aldershot: Gower.

- Cummings, A. y Mena, R. (1999). *Policies from the Perspective of Innovation: The Case of El Salvador*. SUDESCA Research Papers Series. Aalborg: Universidad de Aalborg.
- Edquist, C. (2004). "Systems of Innovation: Perspectives and Challenges". En Fagergerg, J.; Mowery, D. y Nelson, R. (comps.), *The Oxford Handbook of Innovation*, capítulo 7. Oxford: Oxford University Press.
- Edquist, C. y Johnson, B. (1997). "Institutions and Organizations in Systems of Innovation". En Edquist, C. (comp.), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*, pp. 41-63. Londres: Routledge.
- Erbes, A.; Robert, V. y Yoguel, G. (2010). "Capacities, Innovation and Feedbacks in Production Networks in Argentina". *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 18, n° 8, pp. 719-741.
- Johnson, B. (1997). "Implications of a System of Innovation Perspective on Innovation Policy in Denmark. Trabajo presentado en el International Symposium on R&D Policies in Europe, Jerusalén.
- Johnson, B. y López, M. (2010). "Systems of Innovation and Development". En Johnson, B. y Segura, O. (comps.), *Systems of Innovation and Development: Central American Perspectives*. Costa Rica: Universidad Nacional.
- Koivisto, T. (2005). *Developing Strategic Innovation Capability of Enterprises: Theoretical and Methodological Outlines of Intervention*. VTT Technical Research Centre of Finland, Publication 586.
- Lawson, B. y Samson, D. (2001). "Developing Innovation Capability in Organisations: a Dynamic Capabilities Approach". *International Journal of Innovation Management*, vol. 5, n° 3, pp. 377-400.
- Loasby, B. (2001). "Industrial Dynamics: Why Connections Matter". DRUID Academy Winter Conference, Klarskovgaard.
- (2002). "Options and Evolution". DRUID Summer Conference, Helsingør.
- (2003). "Innovative Mind". DRUID Summer Conference, Copenhagen.
- Madoery, O. y Costamagna, P. (comps.) (2012). *Crisis económica mundial y desarrollo económico territorial. Reflexiones y políticas*. Buenos Aires: UNSAM.

- Müller, J. (2003). "Global Technological Transformations – Conceptual and Methodological Framework". En Cuada, J. (ed.), *Culture and Environmental Technology Transformation in Developing Countries-transfer or Local Innovation?* Aalborg: Universidad de Aalborg.
- (2010). "Informal Sector Systems of Innovation". En Johnson, B. y Segura, O. (comps.), *Systems of Innovation and Development: Central American Perspectives*. Costa Rica: Universidad Nacional.
- Orozco, J. B. (2004). "Innovation and Performance Improvements in the Cooperative Sector, Costa Rica" Tesis de doctorado, Universidad de Aalborg. SUDESCA Research Papers n° 38.
- Parrilli, M. D. (2000). "Innovation and Competitiveness within the Small Furniture Industry in Nicaragua". En Van Dijk, M. P. y Sandee, H. (comps.), *Innovation and Small Enterprises in the Third World*. Cheltenham y Northampton: Edward Elgar.
- Robert, V.; Yoguel, G.; Cohan, L. y Tajtenberg, L. (2010). "Innovation Strategies and Employment Dynamics in Argentinian Productive Networks". Trabajo presentado en Globelics Conference, Kuala Lumpur.
- Schreyögg, G. y Kliesch, M. (2005). "Dynamic Capabilities and the Development of Organizational Competencies". *Discussion Papers 25/05*, Freie Universität Berlin.
- Smart, P.; Bessant, J. y Gupta, A. (2007). "Towards Technological Rules for Designing Innovation Networks: a Dynamic Capabilities View". *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 27, n° 10, pp. 1069-1092.
- Spender, J. C. (1996). "Making Knowledge the Basis of a Dynamic Theory of the Firm". *Strategic Management Journal*, vol. 17, Winter Special Issue, p. 45.
- Szogs, A.; Cummings, A. y Chaminade, C. (2011). "Building Systems of Innovation in Less Developed Countries: the Role of Intermediate Organizations Supporting Interactions in Tanzania and El Salvador". *Innovation and Development*, vol. 1, n° 2, pp. 283-302.
- Van Dijk, M. P., y Sandee H. (2002). "Innovation and Small Enterprises in Developing Countries". En Van Dijk, M. P. y Sandee, H. (comps.),

Innovation and Small Enterprises in the Third World. Cheltenham y Northhampton: Edward Elgar.

Van Geenhuizen, M. y Nijkamp, P. (1999). *The Learning Capability of Regions: Patterns and Policies, Research Memorandum 1999-2011*. Amsterdam: Free University Amsterdam.

Yoguel, G. y Boscherini, F (2000). "The Environment in the Development of Firms' Innovative Capacities: Argentine industrial SMEs from different local systems". DRUID Working Paper n° 00-12.

Yoguel, G. y Robert, V., 2010. "Capacities, Processes, and Feedbacks: The Complex Dynamics of Development". *Seoul Journal of Economics*, vol. 23, n° 2, pp. 187-237.

Capítulo 23

Trayectorias históricas de desarrollo, atraso socioeconómico y sistemas complejos

Miguel Ángel Rivera Ríos

Introducción. Los antecedentes de las teorías institucionalistas del desarrollo

La teoría del desarrollo es una rama de la economía en la que hasta hace muy poco tiempo prevaleció una metodología lineal, de causalidad simple, limitada por una serie de supuestos restrictivos propios del “acotamiento” disciplinario. La norma en dicha subdisciplina era el enfoque “economicista”, es decir, considerar que lo político es *exógeno*. Lo que llamaremos teorías tradicionales del desarrollo presentaron otras dos características metodológicas distintivas: siguiendo el modelo de la teoría del crecimiento, desestimaron las causas *remotas* o de *fondo* del crecimiento, para centrarse en las *inmediatas*, como el cambio tecnológico, las mejoras educativas, etcétera (ver en Maddison, 2007 la justificación de este enfoque). Como lo han señalado North y Thomas (1977), al dar prioridad a las llamadas causas inmediatas incurrieron en una suerte de tautología, porque el cambio tecnológico es el crecimiento mismo en su modalidad intensiva.

Entre los teóricos del crecimiento las causas de fondo o remotas se consideran irrelevantes para el estudio de las economías desarrolladas, en tanto estas funcionan bajo una lógica de innovación continua. Esto último es lo que Kuznets (1973) llamó el *crecimiento económico moderno*, cuyos fundamentos organizativos e institucionales están instaurados o

embebidos en el sistema.¹ Los primeros teóricos del desarrollo se centraron también en las causas inmediatas, efectuando una transposición al considerar que los actores en los países atrasados (empresarios, gobernantes, trabajadores) eran de manera natural proclives a los valores, cultura e institucionalidad de los países desarrollados (Hirschman, 1984).

Se entiende por *transposición* teórica la pensión a transferir a un país económicamente atrasado la estructura analítica propia de un país avanzado, como es la centralidad del cambio tecnológico, las organizaciones avanzadas, la economía del conocimiento, así como la matriz cultural e institucional de *Occidente*. Bajo la lógica de la transposición, generaciones de estudios, ayer y en la actualidad, tratan de encontrar el nivel de aproximación de una sociedad atrasada a una avanzada a través de la adopción de conceptos como sistema de innovación, organización creadora de conocimiento, economía del conocimiento, etcétera.

La economía del desarrollo (ED) fue en cierta medida una expresión de ese tratamiento metodológico y analítico. Sin embargo, no pueden soslayarse las líneas de resistencia ya activas en los años de 1950-1960, que dieron lugar a un vigoroso debate. Particularmente Myrdal y Hirschman propusieron otro enfoque que puede considerarse precursor de una nueva teoría. Una de las contribuciones más importantes se debe a Myrdal (1979), quien propuso el concepto de *trampa del atraso* para subrayar las fuerzas de causación acumulativa que mantienen a un país atrasado en lo que después se llamaría un equilibrio ineficiente. El concepto de falla de coordinación nació en el debate sobre las estrategias de desarrollo que pretendían lograr el llamado gran empuje (Rosenstein-Rodan, 1963). Hirschman propuso el concepto de crecimiento desequilibrado como alternativa al crecimiento equilibrado (Hirschman, 1963), lo que llevó el debate a nuevos terrenos. Lamentablemente los complejos acontecimientos de los años sesenta, que afectaron adversamente a la mayor parte de los países de América Latina (Hirschman, 1985), provocaron dudas entre amplios estamentos de científicos sociales sobre la validez de los principios que sustentan la modernización industrial, esencia del compromiso prescriptivo de los economistas del desarrollo. El resultado fue la

1 Lo define como la aceleración de crecimiento del producto per cápita en los países desarrollados, debido a mejoras en la calidad de los insumos, cuyo origen se haya en el mayor *stock* de conocimiento útil y la interacción entre organizaciones e instituciones más avanzadas; lo anterior da como resultado una creciente unificación entre industria, ciencia y tecnología (Kutznets, 1973:492).

discontinuación del debate y la reemergencia de los análisis ortodoxos basados en las ventajas comparativas estáticas.

A partir de los ochenta se verificó una recuperación de las líneas heterodoxas afines a la ED (Rivera, 2010). Pero dentro de esta nueva tendencia, representada especialmente por los estudios de Wade (1999) y Amsden (1989), se registró un creciente desinterés por lo que se consideran casos “fallidos” de desarrollo (básicamente los latinoamericanos y asiáticos como Indonesia y Filipinas) y un desplazamiento hacia los casos “exitosos”, en primera instancia los tigres asiáticos. En este nuevo horizonte, los enfoques explicativos de alcance general quedaron desplazados por nociones teóricas específicas, en la que desapareció el concepto de atraso socioeconómico, para ser sustituido por el desarrollo tardío, o más tardío asociado al análisis de la experiencia de los países mencionados.² Sin negar los méritos de la obra de Alice Amsden (2001), un observador que tomara la perspectiva de la ED encontraría preguntas sin respuesta en esa nueva literatura. Las principales preguntas se asocian al hecho de que pese a los avances generales del capitalismo mundial, la mayor parte de la humanidad vive en condiciones precarias y el desarrollo tardío es una excepción.³ Significativamente, el libro de North y Thomas de 1977 partía de ese reconocimiento, subrayando el fracaso de los científicos sociales en la búsqueda de una respuesta teórica a ese problema.

Hacia comienzos de los noventa las tesis de North y coautores ya ejercían influencia en la concepción metodológica para el estudio de los países llamados en desarrollo (ver Rivera, 2009). El *leitmotiv* es que el desarrollo de los países pobres era posible, pero no inevitable. Una de las líneas de investigación más promisorias dentro de ese replanteamiento es la *nueva teoría del desarrollo* (Hoff y Stiglitz, 2002). Aunque es una propuesta en varios sentidos embrionaria, presenta dos características sobresalientes: i) propone una ruptura de las barreras disciplinarias que minaron a la economía del desarrollo en los sesenta, ii) es un campo en el que se han aplicado herramientas metodológicas que reconocen la complejidad de los fenómenos sociales, como el *path dependence* y postulados

² De acuerdo a Gerschenkron (1968) los países tardíos del siglo XIX son los seguidores de Inglaterra, Alemania y Francia. Por ello convendría llamar a los países que convencionalmente conformaban el Tercer Mundo como más tardíos. Por simplificación llamaremos a los países de este segundo grupo simplemente como tardíos.

³ Una variante de esa pregunta es por qué existió una forma exitosa y otra fallida del estado desarrollista.

e hipótesis de las teorías institucionalistas, principalmente en la línea de las aportaciones interdisciplinarias más recientes de Douglass North.

Si enfocamos a los países tardíos bajo la óptica de los sistemas complejos, tal como son concebidos en este libro, el propio concepto de desarrollo socioeconómico requiere rediscutirse. No se trata solamente de que los distintos países tardíos muestren niveles o tasas diferentes de crecimiento del PIB per cápita, sino que muchos de ellos están atrapados en la “trampa del atraso”. En la actualidad poco más de mil millones de personas, principalmente en África, viven en condiciones económicas degradantes, víctimas de la peor opresión política. En otro grupo de países de América Latina, entre los que se encuentra México y el resto de América Latina (con la excepción de Brasil y en menor medida de Argentina), también en Asia (sobre todo Indonesia y Filipinas, Pakistán, etcétera), el crecimiento económico en su sentido moderno, como lo definió Kuznets (1973), existe pero es limitado. Aunque la mayoría de esos países experimentan regularmente auges cíclicos asociados principalmente al despunte de la renta internacional del suelo, al menos un tercio de la población vive en condiciones de pobreza, el poder estatal tiene una connotación depredadora y el aprendizaje social está inhibido o es limitado, lo que explica los elevados coeficientes de exclusión social (a estos países los llamaremos tardíos tipo B). Un grupo diferente lo constituyen los países tardíos que han experimentado un crecimiento continuo, han reducido sus elevados porcentajes de pobreza y cerrado la brecha internacional; son un grupo compacto, aunque entre ellos están algunos de los países más poblados del mundo como China y la India. La población de esos países (que denominamos aquí tardíos tipo A) que superó la línea de pobreza se suman a los cerca de 800 millones de personas que han accedido a la relativa prosperidad en el *Mundo Occidental* (incluido Japón).

La exposición del capítulo se organiza como sigue. En el primer apartado se propone una breve diferenciación teórica de tres conceptos centrales que podrían traslaparse: el crecimiento económico moderno, propio del mundo industrializado; el desarrollo tardío iniciado a partir de mediados del siglo XX y que solo se ha verificado en contados países, esencialmente en el pequeño grupo asiático, y finalmente el atraso económico, fenómeno social que afecta a la gran mayoría de lo que antes se llamaba la periferia. Los países de los tres grupos se diferencian no por encontrarse en etapas distintas de un mismo proceso (la acumulación de capital), sino porque son sociedades organizadas de manera diferente, ya que el poder se estructura y ejerce de forma distinta. Los dos casos límite

de organización del poder, son: a) el poder relativamente acotado, que posibilita la movilización social, que se llama desarrollo (países occidentales y Japón) y b) el poder constituido para acaparar los activos y la riqueza y que limita la movilización social. En el tercer apartado se clasifica a los países tardíos por su capacidad para cerrar la brecha internacional a largo plazo, dando fundamentación factual e histórica a la diferencia entre desarrollo tardío y atraso económico. La exposición avanza hacia la conceptualización basada en *path dependence*, para derivar en la propuesta de trayectorias históricas de desarrollo. La idea central es que el atraso económico es un proceso retroalimentado históricamente y su ruptura, posible pero no inevitable, implica por lo general un suerte de quiebre de la trayectoria histórica. Finalmente se aplica el concepto de trayectoria histórica a una breve revisión de la experiencia de Corea del Sur, Brasil y México.

El crecimiento económico moderno, el desarrollo tardío y el atraso económico actual

Debido a los riesgos de transposición teórica, es preciso diferenciar los estatutos que corresponden a los tres casos antes indicados. El concepto de crecimiento económico moderno de Kuznets (1973) propone establecer la especificidad organizacional y la dinámica de los países industrializados o desarrollados. Kuznets insistió en que esos atributos, que han permitido a un puñado de países sostener sus avances por casi dos siglos, sin experimentar regresiones, son producto de precondiciones y de avances históricos que dieron lugar a una transformación cualitativa, cuyo pináculo es la integración entre ciencia, tecnología e industria. Los alemanes fueron, por así decir, los primeros en llegar. La fórmula consistió en orientar la ciencia básica a la solución de problemas prácticos en la industria, a partir de la transformación del trabajo científico y por ende de la educación superior (Mowery y Rosenberg, 1998). En Estados Unidos se reconoció la superioridad de este sistema en comparación con el británico y se adoptaron varios de sus elementos a partir de comienzos del siglo XX (ibíd.).

El crecimiento económico moderno se asocia adicionalmente a una estructura institucional a la que se hacen importantes referencias en la literatura especializada. Su tratamiento analítico exige referirse al libro de Hirschman de 1963 (ver capítulo 3). De acuerdo al autor, toda sociedad

que se transforma se enfrenta a un dilema: la innovación o el progreso constituye una amenaza a las formas previas de producción e incluso al modo de vida de los agentes involucrados en ellas. Existen dos soluciones extremas según Hirschman: i) bloquear los avances tecnológicos para proteger a los que ya están instalados, entre los cuales se encuentran agentes con mayor poder y ii) liberar el potencial tecnológico para que los innovadores se lleven todas las externalidades positivas y los productores tradicionales las externalidades negativas, lo que equivale prácticamente a su aniquilación. Esta última fórmula implica un rompecabezas político, porque el poder tiende a instalarse en los sistemas productivos tradicionales y los innovadores, como recién llegados y rompedores de reglas, se encuentran en desventaja política (Mokyr, 1992); además, la resistencia a la innovación será mayor si el número y peso político de los “perdedores” potenciales es grande. La institucionalidad actual de las economías desarrolladas equivale al ensamble del rompecabezas, en tanto el poder público contrapesa de forma relativa el poder *de facto* y *de jure* “tradicional”, en comparación con el poder potencial o “emergente” que, en alguna medida, *compensa* a los “perdedores”.⁴ Este contrapeso inclina a la sociedad a la creatividad, a la experimentación, a la innovación, al lucro, a la guerra, etcétera.

Simplificando el problema podemos decir que ese atributo institucional pasó de Inglaterra a Europa occidental y nórdica y luego a Estados Unidos. Es en este último país donde se perfeccionó la capacidad para activar olas de destrucción creativa, más que en el resto de los países occidentales, incluido Japón, cuya capacidad tecnológica es menos disruptiva (Hall y Soskice, 2001). Otra pregunta diferente, pero esencial, es cómo Inglaterra creó a lo largo de su historia esa capacidad y las precondiciones que permitieron a otros países, muy pocos, adoptar ese avance institucional para efectuar la transición al capitalismo industrial. Como se señaló al principio, a los teóricos del crecimiento no les interesa ese tema y los historiadores económicos, incluso los clásicos, lo han obviado o esquivado. North y Thomas constituyen una excepción porque abordan directamente ese problema y ofrecen una explicación histórica,⁵ que

⁴ Para una definición de poder *de jure* frente al *de facto* ver Acemoglu *et al.* (2004).

⁵ Su hipótesis se basa en la evolución demográfica. Europa occidental, exponen, experimentó en el siglo XIV-XV un colapso demográfico cuya profundidad operó en contra de la estructura de propiedad, provocando el declive definitivo de la economía feudal (North y Thomas, 1977, cap. 7).

desafortunadamente se encuentra limitada por algunas imprecisiones y está por ende sujeta a profundización y debate (Pincus y Robinson, 2001).

En términos teóricos, la contribución de North al estudio del desarrollo/atraso se encuentra en dos postulados. Además de la noción de contrapeso ya explicada hay otra más amplia que dice que el crecimiento económico moderno implica transformar el orden social y su organización suprema: el Estado. La pregunta es cuál es la naturaleza de esa transformación y por qué es tan elusiva.

Teniendo que soslayar la referencia a la experiencia histórica británica, nos centraremos en los países tardíos del siglo XX para responder a la pregunta planteada. Por definición la mayoría de ellos no han logrado crear un orden social que permita el aprendizaje colectivo, soporte del crecimiento económico moderno. El problema no es tan simple como han pretendido los teóricos dependentistas y neodependentistas, al decir que los países poderosos bloquean la transformación del orden social y el sistema económico de los países tardíos. En realidad, los países líderes bloquean pero al mismo tiempo incentivan esa transformación.

El tratamiento de la teoría tradicional, sea ortodoxa o heterodoxa, combina transposición con una visión normativa del Estado como agente de cambio social. El postulado que se adopta aquí va en dirección contraria: en toda sociedad la coalición en el poder tenderá a establecer en primera instancia un orden social restrictivo que limita el aprendizaje colectivo. El pasaje a un orden social abierto es una excepción que implica una sucesión no teleológica de cambios, o sea, se logran en ciertos casos y en otros no, incluyendo la posibilidad de regresiones.

Para explicar la persistencia de la trampa del atraso, es preciso clarificar algunos conceptos básicos.

Economía política del poder. Conceptos básicos

Es preciso detenerse para clarificar ciertos conceptos propios de la economía política del poder.⁶ Primero, por *poder* entendemos, siguiendo a

⁶ Es la rama de la economía política que estudia históricamente la estructuración y dinámica del poder social. Partiendo críticamente de postulados básicos de la economía política marxiana, tiene una fuerte orientación antropológica y sociológica con escasa conexión con el llamado "marxismo occidental". Un libro que compendia los avances es Johnson y Earle (2000) (ver también Mann, 1986). Esos autores tuvieron influencia en el replanteamiento efectuado por North *et al.* (2009), que llamaremos macroinstitucio-

Barnes (1990), capacidad social para la acción. Esa capacidad radica en la sociedad pero, por la lógica del proceso histórico, se concentra en cierto polo, limitando la capacidad de acción de la gran mayoría y confiriendo a ciertos individuos o grupos esa capacidad.⁷ El surgimiento del poder es un proceso histórico inevitable, ya que para lograr la sobrevivencia colectiva, la sociedad requiere centralización, control y coordinación. La organización voluntaria y luego el liderazgo se agotan y dan paso al poder, que implica el ejercicio despótico de la función anterior (Johnson y Earle, 2000; Earle, 2003).

El poder se instaaura con el fin de controlar la producción y reproducción de riqueza. Los estudios clásicos de Marx a Veblen, Weber y Gramsci parten de este postulado, pero para los fines específicos que se persigue aquí son insuficientes en virtud de la ausencia de los eslabones requeridos para superar la transposición y abordar el estudio de los países tardíos. Esto nos lleva a Douglass North, un autor que efectuó un amplio replanteamiento de su obra previa (North *et al.*, 2009). Pese a la importancia de sus libros anteriores, particularmente el de 1977 (en coautoría con Thomas) y el de 1984 dejaron en pie diversas ambigüedades (noción de “eficiencia” aplicada a los derechos de propiedad). En cambio, el concepto eje de orden social y sus cambios históricos tienen una gran potencialidad para el estudio del problema que se aborda aquí (North *et al.*, 2009).

Estos últimos autores distinguen dos estadios en la constitución del orden social. La primera forma que es la dominante y se ha superado solo excepcionalmente en la historia es de *acceso restringido* o Estado natural (*op. cit.*, cap. 1). El objetivo de ese orden es asegurar el acceso privilegiado a los activos y recursos más rentables a favor de los que tienen el poder. Las élites forman una coalición que controla la violencia inherente al objetivo de lograr el acceso privilegiado (*coalición dominante*). El orden social de acceso restringido tiene bases institucionales limitadas y en esa medida también es limitado el desarrollo económico, o sea, el aprendizaje colectivo. El pasaje a un orden social más avanzado, el *abierto*, no es teleológico y la mayoría de las sociedades han fracasado hasta la fecha en ese tránsito. El orden social abierto es el sustento de la relativa prosperidad y superioridad económica del *mundo occidental*. El paso del orden de acceso restringido al abierto se ve dificultado por la consabida

nalismo avanzado o histórico; implica, asimismo, un importante deslinde en relación con la obra previa de North.

⁷ Los “poderosos”, subraya Barnes, tienen la discrecionalidad para usar el poder social, pero no hay poder “inmanente” (nadie es poderoso *per se*).

propensión depredadora de las élites, factor en sí reconocido por varios especialistas (Cimoli y Rovira, 2008). Volveremos sobre ese punto.

Para fines de estudio North *et al.* (2009) proponen una tipología para el estudio de los Estados naturales: se trata de *frágil, básico y maduro*.⁸ En los Estados frágiles contemporáneos como Haití, Somalia e Irak, la estabilidad de la coalición es precaria y puede fracturarse ante pequeños cambios, conduciendo a la violencia y a la formación de nuevas coaliciones. En contraste, el Estado natural básico constituye una organización más estable en lo que concierne a las instituciones públicas, sus relaciones internas y el papel de la coalición dominante. Existen en tal organización soluciones estándar a problemas recurrentes tales como sucesión de líder, reacomodo de élites, reparto de rentas, etcétera, todos los cuales tienen la potencialidad de desatar la violencia. La institucionalización de procedimientos atenúa pero no elimina ese peligro. Las instituciones públicas permiten la creación de creencias comunes compartidas por las élites, lo cual aumenta la posibilidad de solucionar conflictos.

Pasamos al Estado natural maduro. Su característica distintiva radica en la capacidad de sostener organizaciones de élite más allá de la esfera del Estado. Se desarrolla la ley privada que da a los miembros de la élite capacidad de llegar a arreglos, que deben ser respaldados por la autoridad central, lo que constituye un avance hacia una coalición más estable, capaz de resolver sus conflictos. En cuanto a la ley pública, esta se materializa en la organización del Estado, como los tribunales cuya primera misión es evitar que unas élites expropien a otras. Aun en el marco del Estado natural maduro, esos compromisos, sean privados o públicos, tienden a deshacerse en momentos críticos.

Dado el entrampamiento que provoca la regresión a la forma básica del Estado natural, se requiere la concurrencia de condiciones excepcionales para obligar a las élites a situarse en el marco de un nuevo entendimiento. ¿En qué consiste ese nuevo entendimiento? Consiste en el acotamiento del poder de las élites, logrado por ellas mismas, como producto de un interés común. La experiencia histórica, sobre todo de Inglaterra, indica que si los privilegios de las élites tienden a equipararse, se facilita la conversión de privilegios en derechos. Si las élites aceptan dirimir sus conflictos por un medio colectivamente reconocido (arbitraje por terceros), lo que va asociado al establecimiento de relaciones impersonales entre ellas, queda por resolver el problema de cómo extender la

8 Lo que sigue es una síntesis de North, *et al.*, 2009, cap. 1.

legalidad fuera del marco de la élite. Este es un problema controvertido, pero North *et al.* insisten que la legalidad no puede extenderse al resto de la sociedad si antes las élites no aceptan dirimir sus diferencias de acuerdo a reglas pactadas y luego institucionalizadas.

Salvo las excepciones (los milagros económicos en Asia), los países tardíos del siglo XX viven en el orden social de acceso restringido, en el nivel *frágil*, *básico* y muy pocos en el umbral del *maduro*; ello es la causa fundamental de su atraso, siendo la baja acumulación de capital o de conocimiento el síntoma no la causa.

Nos detendremos ahora en ciertas características de la coalición dominante. Como explica Mann (1968), el poder social no es monolítico. Aparece en la historia asociado a varias fuentes: la económica (propiedad de medios de producción), seguida por el poder militar y el poder teológico.

La relación entre la fuente económica del poder y lo que más tarde será una fuente política es crucial, pero está enmarcada en varias dificultades analíticas. Partimos del postulado de que en los países desarrollados se impone el poder económico sobre el militar y el teológico, en tanto que el poder político se autonomiza en términos relativos. El problema se origina en la transposición de esa concepción de orden abierto a la generalidad de los países tardíos. En estos últimos, dada la vigencia del Estado natural, la coalición dominante concentra el poder, lo que por definición excluye la autonomización del poder político. En los primeros estadios, lo que North *et al.* llaman Estado natural frágil, los gobernantes son miembros de la coalición y ejercen el poder en su nombre y dentro de los límites de esa pertenencia. En estadios más avanzados, o sea, a partir del Estado natural básico, comienza a surgir una capa o grupo especializado en la función gubernamental y en el ejercicio de la política, pero sigue actuando o ejerciendo en representación de la coalición dominante.⁹ No debe soslayarse la complejidad de las relaciones entre la coalición y sus representantes políticos y burocráticos que pueden analizarse bajo el estatuto *principal-agente*. Bajo ese modelo se comprende el conflicto subyacente. El *principal* es la coalición dominante presidida por la élite de mayor poder; su *agente* es el gobernante.

⁹ Como veremos, los miembros más poderosos de la coalición son los que tienen la mayor influencia para designar o controlar a los dirigentes gubernamentales. El conflicto está en que, si los gobernantes siguen una estrategia facciosa a favor de la élite más poderosa, se pone en peligro el acuerdo que da sentido a la coalición y se desata la inestabilidad y violencia. Eso hace crucial la cuestión de jerarquía.

El análisis efectuado por North sugiere que la coalición dominante está estructurada jerárquicamente. Las élites con mayor acceso a activos y riqueza tienen mayor poder y por ende ocupan la posición superior de la coalición, teniendo así mayor influencia en la toma de decisiones gubernamentales. Esta conceptualización es compatible con la de hegemonía de Gramsci (2000, Cuaderno 9), pero en la generalidad de los países tardíos está ausente el atributo central que es la superioridad intelectual. En el caso tardío, el grupo que se convierte en dominante y dirigente no lo hace necesariamente por su superioridad político-intelectual, aunque por definición tiene legitimidad.¹⁰ Puede legitimarse en base a una diversidad de factores entre ellos la ideología, y por lo tanto la capacidad de conducir a la sociedad al progreso es muy limitada.

En el contexto que analizamos, la coalición dominante es en primera instancia inestable. Una fuente común de inestabilidad es la demanda de ascenso de élites inferiores, asociado a avances o retrocesos productivos. Como no hay propiamente una estructura de derechos sino de privilegios, pero sobre todo se carece de arbitraje, un desafío como el cambio potencial de jerarquía lleva usualmente a un enfrentamiento. Este problema es crucial y está en la base de la trampa del atraso y el determinismo de la trayectoria. Teóricamente la eventualidad de un cambio en la jerarquía puede provenir o podría derivar en avances en la capacidad productiva social que beneficien potencialmente a todos. Pero, como explican Hoff y Stiglitz (2002: 430), la posibilidad de un pacto o un arreglo institucional así inducido es limitada, debido a que los que tienen mayor poder temen salir perdiendo de un avance social, lo que en efecto puede suceder.

Como se advierte, la cuestión crucial es la estabilidad de la coalición. North *et al.* discuten solo un aspecto del problema, es decir, el acotamiento institucional del poder (paso de privilegios a derechos, arbitraje por terceros, etcétera). Pero el acotamiento institucional del poder no puede disociarse del desarrollo económico, al menos *ex ante*. El acotamiento del poder implica ampliar la capacidad social para la acción, lo que depende fundamentalmente de la ampliación de los espacios de movilización social.¹¹ Recordemos que la concentración del poder como lo plantean

¹⁰ La forma primitiva pero más duradera de legitimidad del poder es su relación con la deidad, que es el núcleo de la religión. En tal sentido es obvio que los clérigos no son hacedores intelectuales de ideología.

¹¹ La concentración del poder significa el estrechamiento de los espacios de movilización social (limitaciones de acceso que pesan sobre la población, afectando adversamente su capacidad educativa, laboral, legal, etcétera). Al contrario, la restitución equivale a la

North *et al.* implica las restricciones de acceso por medio de las cuales las élites acaparan la educación, el crédito, la legalidad y el derecho de formar organizaciones. Pero en condiciones que podemos llamar normales, esos activos y recursos tienden a agotarse si no se amplían los espacios de movilización social o dicho de otra manera no hay una restitución social de poder. La restitución no se da directamente, pero si los miembros de la coalición institucionalizan sus relaciones, dan la opción a que se abran los espacios de movilización social.¹²

Aplicaremos este marco teórico a los países tardíos, partiendo de la hipótesis de que el atraso prevalece en tanto no se acota el poder de las élites, implicando con ello no solo la relación entre las élites, sino las relaciones sociales más amplias. Este enfoque se sustenta en la definición social del poder presentada anteriormente.

ampliación de los espacios de movilización social, en tanto se apoyen en la educación, capacitación para el trabajo, el acceso a la justicia, menores restricciones de acceso a activos clave, etcétera. Esta circunstancia puede dar lugar a fenómenos de retroalimentación y a la transformación de la dinámica social, elevando la capacidad productiva. Ese proceso de restitución-ampliación de los espacios de movilización social constituye la base del aprendizaje social o colectivo. Lo anterior da pie a un cambio favorable de trayectoria y abre posibilidades de desarrollo económico, que se identifican por sus resultados como acumulación de capital, de conocimiento, etcétera. Ciertamente, una sociedad que se caracteriza por elevados patrones de exclusión social puede crecer, si existen fundamentos humanos (mano de obra barata) o materiales (recursos naturales valorizables en el mercado mundial), pero el patrón de crecimiento será extensivo, con tendencia a mantener esa trayectoria excluyente.

12 En condiciones de mayor desarrollo, o sea, con ampliación de los espacios de movilización social, puede haber, aunque no necesariamente, activismo social de base que juegue un papel retroalimentador para lograr la ampliación de los espacios de movilización social. No obstante, existe el riesgo de transposición al asumir acríticamente un postulado de lucha de clases como motor histórico. Una versión que llamaremos de "reorientación por la acción social de base" se encuentra en Dabat. Este autor señala que "en la historia del capitalismo existe la posibilidad de una vía de desarrollo desde abajo. En ellas se desencadenan procesos amplios de movilización social, que si operan dentro de las tendencias del desarrollo histórico, abrirán procesos de transformación social [...] que abran paso a transformaciones mucho más radicales del orden social vigente. La posibilidad de revoluciones triunfantes de este tipo depende de la capacidad de las fuerzas populares para asumir demandas del conjunto de la sociedad" (Dabat, 1994: 44). Aunque la aceptación de la anterior tesis como postulado general es dudosa, hay algunos casos tardíos que más se le acercan, como la revolución mexicana y las movilizaciones obreras de Corea del Sur en los años ochenta (que son posteriores a la transformación industrial).

Desarrollo tardío y trampa del atraso: evidencia histórico-factual

Partimos del hecho observable de que en el mundo actual coexiste el atraso socioeconómico con un extraordinario avance del capitalismo mundial, apoyado en una revolución tecnológica. Sin embargo, la relación entre los países es diferente a la de mediados del siglo XX cuando la industrialización estaba confinada a un pequeño grupo que generaba casi el 65% del PIB mundial (Hikino y Amsden, 1998). El modelo centro- periferia reflejaba muy bien la enorme brecha internacional entre las potencias occidentales y la periferia hacia 1950. El cambio dramático se manifestó dos décadas después cuando un pequeño grupo de países periféricos aceleró su desarrollo, cerrando rápidamente la brecha internacional.

El proceso anterior no se verificó, como lo habían previsto algunas teorías, en la totalidad de los países del mundo. No hay convergencia generalizada, ya que a la par del avance de las llamadas economías dinámicas de Asia, la mayoría de la periferia sufrió un mayor atraso relativo. Si la brecha internacional, medida como promedio del PIB per cápita real de los países desarrollados respecto del correspondiente a las regiones subdesarrolladas, había sido de 1.9 en 1860, llegó a 5.2 en 1950 y a 7.2 en 1970 (*op. cit.*). Después siguen ciclos de cierre, ampliación y nuevo cierre, como se ilustra para países específicos en el cuadro 2.

En el grupo que se rezaga cabe distinguir tres subgrupos. Primero están los Estados fallidos;¹³ enseguida viene el caso las de naciones que, aunque mantienen su integridad, no tienen futuro desde la perspectiva del desarrollo tardío (economías pequeñas, con limitado avance de la industrialización y débil posición estratégica). El tercer subgrupo está constituido por los casos que podemos llamar paradójicos. Son países que debieran pertenecer al grupo exitoso, pero no han traspasado la barrera fundamental y el aprendizaje colectivo es limitado; en general tienen amplio territorio y abundancia de recursos naturales, así como un importante avance industrial que pone en evidencia un potencial inhibido. Debido a que atraen apreciables montos de inversión extranjera y gozan de rentas internacionales del suelo, exhiben cierto dinamismo, pero están más expuestos al ciclo económico y su crecimiento es de tipo predominantemente extensivo. La riqueza está fuertemente concentrada y los márgenes de exclusión social son elevados, ya que la pobreza

¹³ De acuerdo a la Fundación para la Paz y la ONU, son: Somalia, Chad, Sudán, Zimbabue, Congo, Afganistán, Irak, República Centro Africana, Guinea, Haití y Costa de Marfil.

afecta a por lo menos un tercio de la población (ver cuadro 1). Los casos más representativos son los países de América Latina (con las excepciones ya mencionadas), Indonesia y Filipinas en Asia y Nigeria en África.

Partiendo de Evans (1995), Robinson (1999) y Hoff y Stiglitz (2002), hablaremos de una trampa del atraso absoluta tipo Mobutu o Estado depredador, que afecta los Estados “fallidos” y las economías sin futuro. En cambio, una trampa del atraso relativo es la que se presenta en los casos paradójicos; en esta última los problemas de coordinación social dificultan la ruptura de la trampa del atraso.

Para definir con mayor rigor el caso paradójico habría que tener en cuenta la definición de desarrollo económico proporcionada por autores clásicos y modernos, entre ellos Meier (1995). Desarrollo es crecimiento más cambio estructural de la economía y sociedad. Siguiendo a Marx, definimos el cambio estructural como el pasaje de formas extensivas a intensivas de crecimiento, o sea, el basado en el crecimiento de la productividad (definición también propuesta por Kuznets, 1973). Dada esa relación, la producción debe crecer, en el largo plazo, más rápido que la población (crecimiento a largo plazo del PIB per cápita real). En correlación con lo anterior se debe reducir la proporción de la población en condiciones de pobreza, así como la desigualdad social. Pero, sobre todo, los avances en un país deben al menos mantener el paso en relación con un punto de comparación internacional, o sea, la frontera internacional, el líder o el promedio de los países de mejor desempeño. Un indicador de la brecha internacional medido como el porcentaje que representa el PIB per cápita del país en comparación con el del país líder nos permite diferenciar los casos de mayor atraso relativo (ampliación de la brecha) o de avance relativo (reducción de la brecha). Los países tipo A asiáticos exhiben reducciones espectaculares de la brecha internacional a partir de la década del sesenta o el setenta.

En el cuadro 2 podemos ver el comportamiento de la brecha internacional de un grupo de países tardíos, aunque medido de forma diferente al presentado por Hikino y Amsden (1998). Entre los tardíos A, se incluyen los de desempeño superior: los tigres asiáticos, que cierran la brecha en menos de tres décadas. China y la India sufren un descalabro en la primera mitad del siglo xx. China comienza a cerrar la brecha rápidamente a partir de 1990. A continuación tenemos dos casos en transición: la

India, que tiene un desempeño más modesto y sostiene su avance desde 1970, pero aún está lejos del nivel que tenía en 1900.¹⁴

Cuadro 1. Porcentaje de pobreza en países tardíos (promedio 2003-2012)

País	Porcentaje Período 2003-2012
Argentina	29
Colombia	45
India	26
Malasia	6
Perú	40
Filipinas	32
Nigeria	64
México	32
Brasil	21

Nota: de acuerdo a líneas nacionales.

Fuente: World Bank, 2011-2013, CEPAL, 2014.

Y Brasil, si se considera el considerable aumento de su población, tiene un mejor comportamiento, sobre todo porque remonta el nivel que tuvo en 1900. El mayor atraso relativo es elocuente en el caso de los siete tardíos tipo B, sobre todo en Filipinas. Argentina cierra la brecha internacional en los primeros años de la década de 2000, pero básicamente se mantiene al nivel que tenía en 1990.

¹⁴ Cabe mantener a la India en el grupo B, debido a la dramática reducción del porcentaje de pobreza.

Cuadro 2. Cierre/ampliación de la brecha internacional. Países tardíos representativos 1900-2008. Porcentaje que representa el PIB per cápita nacional con respecto al de Estados Unidos

	1900	1950	1970	1990	2003	2008
Tardíos tipo A						
Corea del Sur	2	4	15	39	54	63
Singapur	3	5	7	23	74	90
China	16	4	7,3	13	16	22
India	15	6	6	7	8	10
Brasil	17	17	20	21	20	21
Tardíos tipo B						
México	28	21	25	22	23	26
Argentina	67	52	49	36	18	35
Perú	20	23	25	14	11	17
Colombia	23	22	20	23	14	20
Indonesia	18	9	8,3	12	12	14
Filipinas	25	13	12	10	8	9
Nigeria	ND	6	6	5	3	5

Fuente: elaboración propia con datos tomados de Maddison (1997 y 2007) y Maddison DataBase. Dólares Geary-Khamis constantes de 1990.

¿Cómo se sitúan las principales corrientes teóricas ante la persistencia del atraso relativo? La hipótesis de convergencia formulada en el marco de la función de producción de Solow está virtualmente descartada. La nueva teoría del crecimiento admite la posibilidad del atraso ante la incapacidad de invertir en capital humano. El problema es que no explica satisfactoriamente en qué situaciones se ve obstaculizada esa acumulación. De parte del marxismo, los clásicos asumieron y hasta cierto punto desarrollaron la noción de propagación del capitalismo mundial, en función de procesos derivados de la expansión de la acumulación como la exportación de capitales que promovería el desarrollo paulatino, pero firme de la periferia (ver Lenin, 1971). A la fecha no existen reformulaciones que llenen ese vacío y ofrezcan soluciones teóricas ante la evidencia de la bifurcación en el desempeño de los países tardíos.

Obviamente en el otro extremo se encuentran las teorías dependencistas y neodependencistas que no admiten la posibilidad del desarrollo de la periferia. Ante el milagro asiático varios de los autores pertenecientes a esa corriente han cedido parcialmente y se avisara una suerte de crisis teórica ante el impacto provocado por el impresionante desarrollo de China.

Los estudios de Alice Amsden dejaron sólidamente establecidas las bases de la teoría y la experiencia del desarrollo tardío, o sea, explican los factores que posibilitan el cierre de la brecha internacional entre los tigres (en base a la aceleración del aprendizaje tecnológico). Queda no obstante en la oscuridad los factores que determinan la persistencia del atraso relativo en el resto de los países tardíos.¹⁵ Para aportar elementos de una respuesta nos remitiremos a la noción de trayectoria o sendero.

Propuesta para el estudio de las trayectorias de desarrollo tardío

El origen de la trayectoria, su persistencia y quiebre

La trampa del atraso no significa necesariamente estancamiento sino la tendencia a no superar las barreras críticas del desarrollo. Podemos hablar entonces de la acción de fuerzas que en física se llaman de retroalimentación positiva¹⁶ (Arthur, 1989 y 1988). Ese enfoque nos lleva al marco de los sistemas complejos, como el asociado al concepto de dependencia del sendero/trayectoria o *path dependence*. Esta noción, en parte metodológica y en parte analítica, ha sido utilizada en las últimas dos décadas por científicos sociales de diversas disciplinas, principalmente economis-

¹⁵ En su libro de 2001, *The Rise of the Rest*, Amsden estudia conjuntamente a países tipo A y a los paradójicos (llamándoles el “resto”), lo cual constituye un avance en amplitud analítica en relación con sus libros y artículos anteriores. En esa publicación más reciente pone de manifiesto que los países que hemos llamado paradójicos padecen una especie de incapacidad institucional, ya que las organizaciones desarrollistas no funcionan adecuadamente. Empero, Amsden orienta su análisis en una dirección novedosa aunque poco aprovechada: los países tardíos están atrapados en áreas de influencia restrictivas impuestas por la potencia mundial más próxima. Añade que la influencia que ejerce el país líder no es igual en todos los casos, ya que hay situaciones menos restrictivas que abren una ventana potencial de oportunidad para el país tardío.

¹⁶ Es decir lo opuesto a la retroalimentación negativa, que indica que un sistema vuelve a su equilibrio natural, único y óptimo. La escuela neoclásica adoptó el postulado metodológico de retroalimentación negativa para explicar que las perturbaciones son meramente temporales y el sistema económico regresa a su equilibrio general óptimo.

tas, pero también sociólogos, politólogos y antropólogos (Magnusson y Otosson, 2009). Su aplicación al estudio del desarrollo es relativamente reciente, pero ha ido acompañada de aplicaciones más amplias como el enfoque “variedades de capitalismos” (Hall y Soskice, 2001) o, como lo plantea Zysman (1994: 276): toda “búsqueda de la especificidad histórica e institucional de las trayectorias nacionales de crecimiento”.

La noción de *path dependence* pertenece al campo de estudio de los sistemas complejos, pero no a la categoría de los sistemas complejos adaptables de Holland (2004), más apropiados al estudio de las sociedades avanzadas que basan su crecimiento en la innovación continua o crecimiento económico moderno. Sin embargo, la teoría de los sistemas complejos adaptables tiene una utilidad en esta propuesta, porque ayuda a explicar el reacomodo de las estructuras depredadoras del poder en condiciones de atraso económico o de restablecimiento del orden político depredador después de un choque o crisis relativamente profunda. Una utilidad equivalente, sobre todo por su crítica a la racionalidad optimizadora, le conferimos a la *economía de la complejidad*, gestada en el Santa Fe Institute bajo la conducción de Arthur, Durlauf y Lane (1997), en la que Holland ha presentado sus estudios. También hay una vertiente muy influyente representada por la teoría evolutiva, que se aproxima a la complejidad por medio de analogías biológicas y físicas (termodinámica y estructuras disipativas), pero su interés se centra en la unidad empresarial de países tecnológicamente avanzados (ver Allen, 1988).

En una publicación previa (ver Rivera, Robert y Yoguel, 2009) se propuso enfocar el desarrollo económico bajo la óptica de los sistemas complejos, considerando los factores de indeterminación, desequilibrio y retroalimentación que inciden en el cambio institucional. Como punto de partida se formuló la pregunta sobre la aplicabilidad de la teoría de los sistemas complejos al estudio del cambio tecnológico en los países tardíos tipo B en los cuales existe baja capacidad de absorción y de conectividad tecnológica. Dando una respuesta afirmativa a la pregunta anterior, se propuso la hipótesis de que en dichos países los procesos de retroalimentación, formación de capacidades, etcétera, son débiles con tendencia a extinguirse, por lo que se llegaba a la conclusión de que el nivel de complejidad en dichos países era limitado (ver p. 84). El actual trabajo retoma los planteamientos anteriores, pero expande el enfoque al ir más allá de la tecnología y hacer hincapié en la historicidad bajo la noción de trayectoria, *lock-in* y ramificaciones.

Ciertamente fue en el campo de la historia de la tecnología donde se aplicó por primera vez y sistemáticamente el concepto de *path dependence*. El objetivo radicaba en explicar la emergencia de un estándar a partir de varios diseños competitivos, o sea, cuál es la vía que toma la modernización de una industria. En tal sentido son clásicos los trabajos de Paul A. David, algunos de ellos en colaboración con Brian Arthur, teórico de los sistemas. El eje del enfoque David-Arthur es que ciertos diseños, aun siendo subóptimos, se imponen porque se orientan a un sendero en que actúan fuerzas de retroalimentación positiva que mantienen persistentemente el equilibrio o el rumbo. El concepto de sistemas *no ergódicos* es una derivación de la noción anterior. Significa que un evento deja una huella o condicionamiento permanente que limita la conducta de los agentes por mucho tiempo si no es que indefinidamente.¹⁷ Esto último quiere decir, como el propio David y coautores subrayan, que la historia importa en el sentido de que las decisiones (instituciones) que se toman (crean) en la actualidad están acotadas por decisiones (instituciones) tomadas (creadas) previamente. Como dijo David (1994: 205): “las instituciones son los transportadores o vehículos de la historia”. Se trata, como insiste Antonelli (1999), de una reacción metodológica a las teorías de equilibrio general, pero también de una nueva propuesta para incorporar la historia a las ciencias sociales que reconoce factores deterministas, pero también no deterministas.

La elección subóptima puede deberse a pequeños eventos previos (algunos aleatorios) que paulatinamente acotan las opciones de los actores; pueden influir también ciertos patrones de interrelación entre las partes del sistema (complementariedad de tecnologías) y la magnitud de inversiones, que en conjunto dan lugar a irreversibilidades, como es el caso del triunfo de la corriente eléctrica alterna sobre la continua, estudiado también por David (1985). Del estudio de la historia de la tecnología, la dependencia del sendero (*path dependence*) se ha aplicado al análisis sociopolítico, sometiendo a críticas investigaciones anteriores, por ejemplo sobre la teoría sobre las revoluciones (Kuran, 1993).

En síntesis, para David la dinámica de un proceso se considera dependiente del sendero cuando se observa la interrelación no arbitraria entre su origen, desempeño y resultado. En su libro de 2001 David amplía esa definición al señalar la posibilidad de equilibrios múltiples y la selección

¹⁷ Esa propiedad se llama histéresis por analogía con la propiedad de la electricidad de persistir una vez eliminada su fuente.

de alguno de ellos por efectos de *lock-in*. El equilibrio “seleccionado” puede ser óptimo, mediocre o “un lugar que todos querrían evitar”. En las versiones dinámicas, en comparación con las basadas en estática comparativa, la diversidad de trayectorias equivale a equilibrios múltiples.

¿Qué potencialidad ofrece esta noción para el estudio del desarrollo/atraso socioeconómico? North y Thomas (1977) abrieron una nueva perspectiva con su estudio del nacimiento del mundo occidental, o sea, del capitalismo moderno. En su investigación de la disolución del feudalismo en Europa, conceptualizaron trayectorias de desarrollo, entrapamiento (*lock-in*) y la acción de choques endógenos-exógenos capaces de romper la trayectoria originaria. Hoff y Stiglitz (2002) han utilizado ese instrumental, al igual que historiadores institucionalistas que efectúan estudios comparativos (Acemoglu, Robinson, Sokoloff y otros). Pese a esas valiosas aportaciones, subsisten algunas desconexiones conceptuales que dificultan una ampliación integral al estudio del atraso y el desarrollo tardío. Lo que se propone aquí, empezando por el postulado que viene a continuación, es sugerir algunos lineamientos tentativos con el fin de atraer la atención sobre esta importante convergencia entre la teoría del desarrollo y esta vertiente de la metodología de la complejidad. La idea es contribuir a abrir una nueva agenda de investigación en un rango amplio de cuestiones interrelacionadas, que abarca los fundamentos metodológicos aplicados al desarrollo tardío y su relación con el crecimiento moderno y por supuesto la persistencia del atraso económico.

Siguiendo la propuesta de North (1984 y 1992), distinguiremos dos modalidades de senderos.¹⁸ De un lado está el *lock-in*, es decir, se constituye una trayectoria adversa, equiparable a un equilibrio subóptimo. La segunda modalidad parte de la primera, ya que se rompe el *lock-in* y se produce una ramificación o estructuración de alternativas que puede dar como resultado una mejora definitiva en el desempeño económico. En este último caso también hay dependencia del sendero porque las decisiones que pueden adoptar los actores están acotadas por la historia pasada, o sea, hay un margen acotado de acción.

¹⁸ North utiliza la noción de *path dependence* en dos sentidos: uno determinístico, por *lock-in* institucional; el otro abierto, con cambio institucional.

Cuadro 3. Dos modalidades de *path dependence*

Carácter	Modalidad I	Modalidad II
Inicio u originación	Dislocación social severa	Dislocación social atenuada
Proceso	Persistencia determinística o <i>lock-in</i>	Estructuración de alternativas o <i>path breaking</i>
Cambio institucional	Exógeno	Endógeno
Coalición dominante	Inestable	Estable

Fuente: adaptado de Ebbinghaus, 2009.

En la constitución de la trayectoria hay un punto de partida, o sea, un evento originador que establece el proceso de autorreforzamiento. En la formulación efectuada por David y Arthur puede tratarse de eventos accidentales que dan lugar a un patrón institucional que se autorrefuerza. A diferencia del diseño tecnológico dominante, en la sociedad el evento de partida de la trayectoria es un hecho traumático cuya incidencia no se borra con el correr del tiempo sino que persiste institucionalmente.

Sobre la hipótesis de que la trayectoria tardía se inició con la dominación colonial,¹⁹ seguiremos a Acemoglu y coautores (sobre todo, 2001). Todos los territorios del mundo fueron dominados por las potencias occidentales, excepto Japón y Rusia (a su vez una potencia *sui generis*). En contados casos los imperios occidentales establecieron asentamientos que condujeron a naciones que fueron réplica institucional de la metrópoli (Estados Unidos, Canadá, Australia, Nueva Zelanda, etcétera). En los demás territorios se establecieron sistemas de exacción de la riqueza natural acompañada frecuentemente de la esclavitud. Este es el acontecimiento traumático que constituye el punto de partida de los casos tardíos. Aunque las sociedades precapitalistas anteriores al dominio occidental eran despóticas y conllevaban la exclusión de la mayor parte de la población, las nuevas forma depredadoras se benefician del mercado mundial y crean una trayectoria adversa más duradera. Se advierte que el punto central es la persistencia institucional (patrones conductuales y formas de conciencia) de los mecanismos de exclusión, estableciendo la direccionalidad de la trayectoria y por ende el *lock-in*.

¹⁹ Se sobreentiende que, dado que la fuerza originadora es adversa, la trayectoria inicial no conduce directamente a lo que normativamente llamamos desarrollo económico. Este punto de vista está convalidado por Bairoch (1972), cuando señala las desventajas del atraso derivadas de la revolución de los transportes, el cambio en el contenido de la técnica y más tarde la explosión demográfica.

Sin embargo, el proceso no es enteramente determinístico como explican Acemoglu *et al.* (2001) porque el patrón de dominación no es idéntico en todos los casos. Habría dos casos límite: i) territorios con una elevada dotación natural de recursos de fácil acceso, cuyas sociedades son propensas a sufrir una dislocación mayor; ii) territorios con menor dotación de recursos y facilidades de acceso, cuya explotación exige a los colonizadores flexibilizar las restricciones sobre la población.

En la primera modalidad –o sea, de alta dotación de recursos explotables por los colonizadores– el efecto duradero se asocia con mayor fragilidad e inestabilidad de la coalición dominante, ya que se dificulta el pacto para restringir la violencia.²⁰ Lo que parece ser determinante en la trayectoria subsecuente es la extensión del territorio nacional. En territorios grandes el entorno es más diversificado y tienden a aparecer encrucijadas que abren la posibilidad del cambio de trayectoria, pero el reto fundamental es mantener la integridad del territorio. La inestabilidad de la coalición conduce a perder parte del territorio, como fue el caso de México en el siglo XIX, con lo que aparece otro factor originador de la trayectoria, ya que el peso de la derrota persiste históricamente.

En territorios pequeños el proceso tiende a ser más restrictivo, sobre todo por la modalidad que adoptó la industrialización fordista (dependencia de economías de escala en las industrias de bienes de capital y de consumo duradero, importancia del mercado interno). Volveremos sobre ese punto en el apartado final.

Sintetizando, una sociedad con un punto de partida extremadamente desfavorable tenderá al *lock-in*. Es preciso separar los países por la extensión del territorio nacional y ubicar una primera gama de factores determinísticos. Dadas las restricciones sobre la población,²¹ el activis-

20 La independencia política formal y el fortalecimiento consustancial de la soberanía nacional (como en México después de la derrota del proyecto imperialista francés de Maximiliano) pueden nulificar los aspectos formales de esos mecanismos sociopolíticos, pero persisten en los niveles llamados informales, incluyendo la definición de normas de exclusividad en el uso de los activos y recursos más productivos.

21 En condiciones de atraso, lo que llamamos la *reorientación por la acción social de base* es limitada por definición. Además del atraso educativo y cultural de la población y el dominio ideológico convertido casi en superstición, actúan las redes patrón-cliente, que aseguran la lealtad de los subalternos a determinados patrones; ello origina la tendencia a que los explotados se combatan unos a otros en lugar de combatir a los poderosos. Sobre la base de las redes clientelares, las élites pueden movilizar contingentes de “comunes” para luchar contra otra élite. Los objetivos de esa movilización pueden ser progresivos o regresivos. Por lo anterior, la lucha social en condiciones tardías es más bien “seccional” que clasista. Seccional significa una alianza entre élites y grupos de base, con la dirección en manos de miembros de las élites potencialmente ascendentes. Lo anterior no excluye

mo social difícilmente emanará de la base y más bien depende de la iniciativa de las élites. En el entrampamiento o *lock-in* influye la casi nula capacidad de respuesta autónoma en la base social. Al estar acotados los espacios de movilización social, las bases para la restitución de poder son extremadamente limitadas, como lo pone en evidencia la parábola del terrateniente magnánimo.²²

Los países latinoamericanos son el mejor ejemplo de sociedades sujetas a trayectoria desfavorable. En principio hay dos excepciones: México y Brasil (y quizás la Argentina por otras razones) por la extensión del territorio, pero ambos parecen seguir trayectorias diferentes, lo que ilustra la importancia de la interrelación entre factores determinísticos y no determinísticos. Como se señaló, la disponibilidad de un gran territorio es a la vez una oportunidad y un riesgo, pero el hecho determinante es que la defensa de un gran territorio impone la necesidad de ampliar los espacios de movilización social. *A priori* es imposible determinar si la coalición dominante captará esta necesidad y si podrá negociar una solución institucional, además de la construcción institucional a largo plazo. Dada la indeterminación, cobran fuerza las personalidades individuales y las facciones y grupos que puedan actuar constructiva o disolutivamente. En retrospectiva el fracaso de México es evidente, a diferencia de Brasil. Pero esto no es lo único importante. Es importante atribuir a la integridad/desintegración del territorio una significación del factor originador de “segundo orden”.

La necesidad de defender la integridad del territorio puede significar el inicio de la ampliación de los espacios de movilización social. En este caso tendríamos una posible ramificación de trayectoria. Ante este factor originador de segundo orden no es posible delimitar *a priori* la bifurcación ya que hay un conjunto de factores indeterminados, como en todo sistema complejo. La determinación por el sendero significa que los actores tienen marcos acotados de acción y que persiste la influencia

la posibilidad de una rebelión social espontánea, pero difícilmente será “clasista” en el sentido tradicional del concepto.

22 El terrateniente magnánimo reúne a sus súbditos y les ofrece restituirles los bienes. Los subalternos reaccionan con incredulidad y rechazan el ofrecimiento, pensando que su patrón está perturbado. Pese a ello el terrateniente se retira, pero se ve obligado a regresar cuando sus súbditos llevan la propiedad al desastre e imploran su regreso. La parábola ilustra la diferencia entre la restitución formal y la real, mediando entre ellas la ampliación de los espacios de movilización social (siervos sin educación ante siervos con educación).

de la primera fuerza originadora o sea el estado “extractivo” (Acemoglu *et al.*, 2001).

Hay un segundo problema para el cambio de trayectoria. La ampliación de los espacios de movilización social es solo la condición necesaria para detonar el desarrollo. La detonación efectiva requiere condiciones de entorno mundial favorables, que se convierte en condición suficiente. En principio podría interpretarse que el entorno favorable es una economía internacional en expansión. Sin embargo, el sistema mundial es también un espacio de poder. Las potencias mundiales están en condiciones de modular los efectos sobre los países que están bajo su esfera de influencia como lo sugiere Amsden (2001). La regla es que solo podrán consolidar el cambio de trayectoria si el país tardío cuenta con la venia de la potencia dominante próxima (los tigres y la India) o condiciones de excepcionalidad (China).

Cambios de trayectoria y ramificaciones

Los países tardíos tipo A que seguían una trayectoria adversa experimentaron una especie de ruptura (*path breaking*) que los ubicó en una trayectoria más conductiva al aprendizaje social en algunos casos acelerado. Dejaremos momentáneamente de lado las causas de fondo que inducen a las élites a cambiar su dinámica, para concentrarnos en la incidencia en la trayectoria. El cambio de trayectoria se producirá cuando el aprendizaje colectivo adquiera la masa crítica y esté en concordancia con el paradigma mundial prevaleciente.

En la modalidad II del cuadro 3, las restricciones originarias están atenuadas, lo que abre la posibilidad de una ramificación de la trayectoria si cambia la dinámica de la coalición dominante. En la medida en que esto último no es determinístico caben dos posibilidades: a) una ampliación paulatina de los espacios de movilización social y b) una regresión a la dinámica previa que sitúa al sistema en su trayectoria anterior o lo induce a una trayectoria paralela a la existente previamente. En el primer caso, la erupción temporal de la violencia se desvanece al llegar las élites a un nuevo acuerdo. Como caso intermedio cabe la posibilidad de que la ampliación de los espacios de movilización social sea un proceso intermitente e incida sobre la trayectoria de manera incremental. Veremos que el caso de Brasil parece ajustarse a ese esquema.

También las crisis severas comprometen la estabilidad de la coalición dominante y abren la posibilidad de un cambio favorable de trayectoria. Para estabilizarse, la coalición dominante puede poner en marcha un proceso de ampliación de los espacios de movilización social, pero el cambio en la trayectoria depende de la continuidad del proceso de ampliación. Esto remite a la fuerza de las restricciones originadoras, la calidad de la fuerza inductora y la composición de la coalición (Rivera, Robert y Yoguel, 2009). En cuanto a esto último, las élites ascendentes, o más jóvenes, serán teóricamente proclives a promover la ampliación de los espacios de movilización social para consolidar su posición en la coalición dominante. La revolución mexicana ejemplifica lo anterior, pero las restricciones originadoras (o la magnitud de la exclusión social) tienden a abrir un abismo entre las masas campesinas y la élite ascendente, o sea, los “rancheros del Norte”.

En síntesis, la propuesta del *path dependence* contempla, por ende, la dependencia pero también la ruptura del sendero. Ese concepto conduce al de ramificación de las trayectorias. Estas últimas comprenden los aspectos relativos al cambio social en el marco de relaciones complejas entre la arquitectura institucional, el poder, la apropiación de riqueza y la movilización social. El cambio en la composición de la coalición dominante puede promover la ampliación de los espacios de movilización social. En ese contexto no pasan a primer plano los aspectos asociados a lo que llamaremos movilización espontánea, sino a la movilización de fondo. La movilización de fondo se asocia a la construcción institucional superior, como la educación y la capacitación. Si el coeficiente entre movilización de fondo y espontánea es débil, tenderán a verificarse efectos de disolución: las acciones de la élite ascendente quedan propiamente sin base social, lo que tiende a restablecer la vieja coalición de poder y su arquitectura institucional, creando una suerte de ramificación paralela a la previamente existente. Incluso en este caso el cambio institucional puede calificarse de regresivo.

A manera de conclusión: ubicación de algunas experiencias nacionales tardías

La dramática reducción de la brecha internacional y el abatimiento de la pobreza no dejan duda de los casos de cambio exitoso de trayectoria histórica en Asia Pacífico (Corea del Sur, Taiwán, Singapur y recientemente

China), clasificados como tardíos tipo A. Empero, está sujeto a controversia el caso de Brasil y la India, ya que en ambos la brecha internacional experimenta mejoras modesta (ver cuadro 2), aunque el porcentaje de pobreza disminuye dramáticamente en años recientes (ver cuadro 1). El caso de México también presenta algunos interrogantes sobre la persistencia de la trampa del atraso, sobre todo porque la brecha internacional se redujo levemente, aunque la pobreza permanece a niveles muy altos.

La evaluación del desempeño de la economía brasileña está enmarcada en una extremosa y confusa discusión. Para algunos, como Palma (2012), se instauró un capitalismo neoliberal sin cimientos productivos, que hoy va a la deriva como resultado de la reciente crisis financiera. Desde un ángulo opuesto Roett (2012) argumenta lo contrario, que Brasil dejó atrás un largo historial de fracasos gracias a las reformas de Cardoso. Es significativo que este debate se verifique en un marco de inestabilidad global, que podría equipararse en algunos sentidos a la que tuvo lugar a fines de los años noventa, que impactó severamente en la mayoría de las economías de Asia oriental. En el escenario de la insolvencia de empresas y bancos, Krugman (1998) calificó a las que habían sido consideradas economías de alto desempeño como capitalismos de *compinches* (*crony capitalism*), apuntando a descalificar al Estado desarrollista asiático. La rápida recuperación de los tigres en menos de dos años echó por tierra la crítica de Krugman.

Aquí se argumenta, con el apoyo del aparato teórico-analítico expuesto, que la economía de Brasil se ha transformado, consolidando la trayectoria que se había perfilado con mucha antelación; sin embargo esa trayectoria presenta diferencias sustanciales con la que se observa en las economías dinámicas de Asia, de la que Palma es un admirador, a juzgar por su participación en el debate de fines de los años noventa. Las economías dinámicas de Asia, primordialmente Corea del Sur y Taiwán y recientemente China, se caracterizan por un cambio drástico de trayectoria del tipo conceptualizado por Hoff y Stiglitz (2002). El cambio drástico de trayectoria presupone una conmoción o crisis prolongada, como la guerra de Corea (enmarcada en la confrontación Este-Oeste) o el fracaso del Gran Salto Adelante y de la Revolución Cultural en el caso de China, que se concretan en proyectos de industrialización, no solo acelerada sino forzada. En contraste, Brasil exhibe un avance sostenido, pero no espectacular que se inicia a fines del siglo XIX, pero toma impulso desde la década del cincuenta. ¿En qué se evidencia el avance institucional en Brasil? La primera condición, como se ha explicado, consiste en la

cohesión de la coalición dominante, con dos consecuencias: i) se atenúa sustancialmente la inestabilidad política y ii) se amplía el espacio para tomar decisiones estratégicas en materia de desarrollo, que son difíciles de asumir en condiciones de atraso institucional, ya que normalmente provocan la oposición de las élites afectadas.

Si el uso de métodos coercitivos es limitado, o sea si la industrialización no se efectúa a marchas forzadas bajo una dictadura, la reducción del atraso relativo es más lenta. La tesis de que las reformas de Cardoso marcan la transición de una economía fallida a una exitosa no toma en cuenta las precondiciones creadas desde fines del siglo XIX y los contundentes avances que se verificaron entre 1950-1980, que explican los cambios políticos de la era Cardoso-Lula, que son susceptibles de malinterpretarse si se desconectan del marco histórico. Igualmente, el planteamiento de que las actuales tensiones financieras ponen de manifiesto la fragilidad de la economía de ese país está enmarcado en una falla analítica que no distingue entre el comportamiento de largo plazo y el cíclico de una economía. En parte esa omisión es el producto de la desatención del ciclo económico como consecuencia de los cambios en el estatuto de la ciencia a partir de la llamada *nueva macroeconomía basada en las expectativas racionales*.

En la fundamentación analítica de cualquiera de los casos tardíos exitosos es crucial el indicador de pobreza, que como se ha explicado refleja la ampliación de los espacios de movilización social.²³ No se trata, como sostienen los estudios convencionales, del efecto derrame, sino de la ampliación de las capacidades sociales (o aprendizaje colectivo), que son el sustento del desarrollo. Para que la disminución de la pobreza sea duradera y sustantiva, debe ir asociada a mejoras radicales en la educación, la salud, el acceso a la justicia, mejoras de la infraestructura y bajos costos de acceso a esta última, etcétera. Una revisión de los indicadores que llamaremos socioproductivos compendiados por el Banco Mundial (indicadores del desarrollo) corroboran la ampliación de los espacios

23 En la base de esta discusión está la interpretación de la curva de Kuznets. Una interpretación es que el desarrollo económico aumenta la desigualdad y la pobreza, pero llegado a un punto hay un efecto de derrame, que lleva a la reducción de la desigualdad y la pobreza. Otra interpretación es que el desarrollo implica una reducción de la pobreza, principalmente mediante la educación (que es lo que sustenta el desarrollo), aunque el coeficiente de desigualdad pueda aumentar (ver Kuznets, 1963; sobre el debate: Ahluwalia, 1976 y Williamson, 1991).

de movilización social en Brasil y son elocuentes al respecto (ver World Bank, 2011 y 2012).²⁴

La discusión sobre las trayectorias de desarrollo puede avanzar si se realiza una breve comparación de la experiencia de Corea del Sur (industrialización a marchas forzadas bajo dictadura y posterior democratización), Brasil (avance sostenido, pero en ocasiones lento de la industrialización, bajo cohesión de la coalición dominante, pero uso limitado de la violencia) y México (avance discontinuo de la industrialización con conflicto intermitente entre las élites).

Corea del Sur: ruptura abrupta del *lock-in* por medios dictatoriales

Japón fue la potencia imperialista que sojuzgó a la península coreana. Tras un breve episodio de resistencia principalmente campesina a la amenaza exterior, los japoneses le impusieron a la dinastía Yi (1392-1910), en 1876, un régimen de libre comercio, que implicó la prohibición de poner barreras arancelarias a los productos japoneses. Ese régimen derivó en la declinación de la embrionaria industria artesanal coreana (Amsden, 1989). Después de derrotar a Rusia en 1905, Japón declaró un protectorado y en 1910 efectuó la anexión. Amsden señala que aunque el agresor era odiado por el pueblo, las élites fueron colaboracionistas, buscando detener el cambio social.

Lo anterior remite a la naturaleza de la coalición dominante bajo la prolongada dinastía Yi. La facción más poderosa de la élite fue la Yangban; esta ejerció la monarquía y controló la mayor parte de la burocracia, pero en el marco de un conflicto intermitente con el resto de la aristocracia, alternada por pactos para reprimir al empobrecido campesinado, que se rebelaba periódicamente. Aunque la coalición fue estable, careció de capacidad para movilizar recursos y el mantenimiento de su estatus fue producto de la depredación social, más brutal que la japonesa (Kim, 1975).

En dicho contexto se ha debatido el significado del colonialismo japonés en el desarrollo posterior de Corea. Los colonizadores dismantelaron la institución dinástica milenaria casi de la noche a la mañana,

²⁴ En relación con los indicadores de ampliación de los espacios sociales tales como gastos comparados internacionalmente en salud, educación, acceso a infraestructura moderna, gasto público en investigación y desarrollo y patentes, ver Polanco (2012, pp. 172 y ss.). A esos indicadores se pueden agregar el aumento de la calidad de la enseñanza en educación primaria y mejores métodos educativos (OCDE-PISA, 2010 y PNUD, 2010).

efectuando importantes reformas, entre ellas la abolición de la esclavitud, la codificación de la ley civil, la creación de tribunales independientes, la separación de las funciones judiciales de las ejecutivas y el establecimiento de un sistema impositivo basado en pagos en dinero y no en especie (Amsden, 1989). Los japoneses también impulsaron la modernización de la infraestructura para facilitar el transporte, las finanzas y el comercio. Empero, esas reformas deben visualizarse desde el ángulo del objetivo prioritario de los colonizadores. Su objetivo fue la exacción del sector agrícola, utilizando para ello medios más efectivos, entre ellos una burocracia casi policial, que reestructuró eficientemente la administración gubernamental local para coleccionar mayores impuestos, pero mejorando para ello los métodos de cultivo (Amsden, 1989). La reforma agraria desposeyó a los campesinos, pero respetó los derechos de los terratenientes que actuaron como intermediarios de los colonialistas (Kim, 1975).

Se discriminó a la industria, pero después de un levantamiento en 1919 se toleró la actividad empresarial nativa en pequeña escala (Amsden, 1989). La industrialización se impulsó en los años treinta en preparación a la guerra, pero excluyendo a los coreanos de las funciones directivas. Amsden señala que la herencia industrial que dejaron los japoneses fue importante, pero distorsionada ya que estaba al servicio de los intereses imperiales. En la medida de lo anterior, ese legado fue poco funcional para erigir una economía independiente.

Corea sufrió la conmoción más severa que ha experimentado país alguno en el siglo xx (Cumings, 2010). Al colonialismo japonés siguió la Segunda Guerra Mundial y luego la guerra de Corea (1950-1953). La trayectoria de estabilidad y estancamiento que duró cinco siglos se rompió bajo el efecto de las guerras, pero el país requirió casi una década para establecer firmemente una nueva trayectoria. La prolongada conmoción creó las condiciones para un sendero superior, considerando la demanda social generalizada por una vida mejor después de la opresión, destrucción y mortandad, en el marco de la pugna mundial Este-Oeste. La pregunta es quién condujo el proceso después de la fragmentación política causada por la hecatombe. Las fuerzas de ocupación estadounidenses guiadas por una política de alta prioridad geopolítica actuaron como eje estabilizador. Además de la ayuda económica, presidieron la reconstrucción, resucitaron a los grupos políticos anticomunistas (principalmente el Partido Democrático Coreano, PDC), decretaron una reforma agraria radical, preservaron la estabilidad macroeconómica y crearon un poderoso ejército (Choi, 1993; Lee, 1995).

Pese a su importancia, esos factores fueron meros catalizadores, ya que el proceso fundamental era la formación de una nueva élite. El embrión de esta se constituyó rápidamente con el saqueo de la ayuda exterior, en los cincuenta, bajo el corrupto gobierno de Syngman Rhee (Kang, 2002). La coalición emergente, entre los que estaban los descendientes de la aristocracia Yangban y los aliados civiles y militares de Estados Unidos, adquirió rasgos depredadores que llevaron a una crisis económica a fines de esa década (Amsden, 1989). El restablecimiento del control fue violento, el golpe de Estado de mayo de 1961 presidido por el general Park Chung Hee, asesinado una década después (Kang, 2002). El golpe de Estado expresó una reordenación de la emergente coalición de la cual Park fue un mero instrumento. Es difícil pensar en un bonapartismo, pese al esfuerzo por presentar a Park como un ideólogo autónomo, admirador de la reforma Meiji (Kang, 2002). Todo indica que fue el Departamento de Estado el que impuso esa reordenación, aunque sin poder controlar el proceso, porque el desarrollismo acelerado que se instituyó no siguió todos los lineamientos básicos propuestos por los asesores estadounidenses, quienes insistieron infructuosamente en la privatización de la banca (Amsden, 1989). Los dos pilares del milagro coreano, el gran conglomerado industrial y la planificación, tienen que haber venido de los descendientes de la aristocracia projaponesa (los Yangban), que se repositionaron con éxito en los cincuenta, bajo la protección política del PDC y por ende de las fuerzas militares de ocupación; además los descendientes Yangban fueron los principales interlocutores de las fuerzas de ocupación. La determinación de que el golpe de Estado fuera el comienzo de la transformación industrial de Corea tuvo el apoyo de Estados Unidos, ya que sin la apertura posterior de su mercado y la transferencia preferencial de tecnología a los Chaebols, el golpe hubiera sido un episodio depredador más y el destino de Corea podría haber sido el de Filipinas (Kang, 2002).

Numerosos autores han analizado la extraordinaria transformación industrial de Corea después del golpe de Estado de Park (ver además de Amsden, 1989, Hobday, 1995, y Chapman, 2011). Uno de los indicadores más elocuentes es la reducción dramática de la brecha internacional, según los datos del cuadro 2, a finales de la década del 2000, el PIB per cápita de Corea del Sur equivalía a casi dos terceras partes del de Estados Unidos. Habría que subrayar que Corea del Sur contó con lo que se llamará en lo sucesivo el beneplácito de la potencia mundial líder, Estados Unidos. El beneplácito significa que las altas esferas del gobierno de la potencia mundial (al igual que las élites económicas) apoyan la conce-

sión de prerrogativas a un país atrasado para que acelere su desarrollo económico. El otorgamiento de ese estatus, como es lógico, ha sido muy raramente concedido en el siglo XX y en lo que va del actual. Este tipo de concesiones podrían denominarse “hacer espacio para que un invitado se acomode”, lo que puede tener costos sociales considerables para las potenciales mundiales. El interés geopolítico, factor decisivo del orden mundial bipolar de posguerra, fue clave para que Estados Unidos no solo otorgara ayuda militar a Corea del Sur, sino que transformara las reglas del comercio internacional para abrir su mercado a las exportaciones coreanas. De hecho, este es el origen del sistema generalizado de preferencias (Kenwood y Lougheed, 1973).

Brasil: cambio endógeno incremental bajo coerción atenuada

Como se explicó, la naturaleza de la trayectoria brasileña difiere de la coreana, ya que experimentó ajustes incrementales a lo largo de más de un siglo, dentro de una trayectoria relativamente estable. Si bien hubo algunos brotes de inestabilidad, estos no fueron privativos de Brasil, pues afectaron al conjunto de los países atrasados. Adicionalmente, no se presentaron factores externos que incidieran de manera adversa en la trayectoria, como por ejemplo una grave amenaza externa, la invasión extranjera o pérdida del territorio; más bien existió una causación interna o endógena, propia de un país estable, rico en recursos y de tamaño continental, cuya coalición dominante se cohesionó con mucha antelación. En todo caso, Brasil, cuyas fronteras actuales fueron el producto de una expansión continua que comenzó hacia 1650 y culminó hacia 1750, fue una amenaza para sus vecinos (Roett, 2010), ya que se vio en conflictos con Argentina y Paraguay. Brasil enfrentó una sucesión de rebeliones secesionistas que se atenuaron hacia 1850, cuando las élites comprendieron que era de su interés encontrar medios de arbitraje y moderación.

En vista de lo anterior, en un país que adquirió extensión casi continental, la fuerza primordial conformadora de la trayectoria histórica es el esfuerzo temprano de las élites por ampliar el territorio y evitar posteriormente su fragmentación, lo que requirió una construcción institucional que Hayes (1989) llama la mística de la nación armada. La importancia de la estabilidad se reconoció tempranamente, bajo el imperio de Dom Pedro II. No hubo, en consecuencia, devastación colonial, ya que el territorio que después sería el Imperio Brasileño y después la República,

estaba escasamente poblado por nómadas a la llegada de los portugueses y carecía obviamente de concentraciones urbanas precolombinas como en México y Perú, que fueron devastadas por los conquistadores. El tamaño de la población es relativo, pero no obstante la diferencia entre Mesoamérica y Brasil es decisiva. Las estimaciones más elaboradas establecen que al inicio de las invasiones europeas la región comprendida entre el istmo de Tehuantepec y la frontera con los Chichimecas tendría una población, según los investigadores de la Universidad de Berkeley, de unos 11 millones, que con nuevas investigaciones se elevó a 25 millones (Elliot, 1990: 120-121). La población de las tribus de lo que hoy es Brasil hacia 1500 es más difícil de calcular, llegándose a una cifra de 2,4 millones, que otras estimaciones elevan a 6,8 millones para la “Gran Amazonia”, que está formada por las llanuras tropicales de América del Sur, excepto el Gran Chaco (Elliot, 1990).

El descubrimiento y colonización de Brasil e incluso su independencia fueron muy diferentes de la experiencia del imperio español en México y en sus restantes colonias de América del Sur, principalmente Perú (Roett, 2010). La especificidad de la colonización creó patrones sociales cuya influencia ha perdurado a lo largo de la historia, como la exclusión social. Por ello, pese a que no se instauró una colonización que aniquiló a la población nativa creando un efecto adverso persistente, Brasil fue la quintaesencia de la sociedad extractiva según la definición de Acemoglu *et al.* (2001), que comenzó a edificarse desde la fundación de las capitánías hereditarias, decretadas por Dom João III (Roett, 2010 y Kohli, 2004). Los enormes latifundios, la esclavitud y el astuto control ideológico de los esclavos,²⁵ así como los impedimentos iniciales a que los inmigrantes europeos adquirieran tierra (Abreu y Verner, 1997), dieron lugar a esa enorme exclusión, una de las más elevadas del mundo. Por eso, hasta muy avanzado el siglo XX, era calificado como país “pobre”, incluso por especialistas asociados a la OECD, ya que su ingreso per cápita era comparativamente bajo, aunque incongruente con su tasa de crecimiento del PIB per cápita, por lo menos hasta 1980 (Abreu y Verner, 1997).

La creación de las capitánías, principalmente las que se consolidaron en la costa noreste (Kohli, 2004), fue el punto de partida de la coalición dominante; posteriormente esta se fortaleció con la expansión territorial y los sucesivos auges agrícola-mineros. La enorme riqueza natural

²⁵ Que desarrollaba la imagen de esclavitud benigna y de raza cósmica (Levine *et al.*, 1999).

creó las instituciones extractivas y a su vez la modalidad débil de colonización abonó el terreno a las élites poderosas, las más importantes de las cuales fueron la azucarera y luego la cafetalera. En las condiciones existentes, las élites brasileñas tenían dos opciones: seguir la lógica de la confrontación para acaparar las fuentes de riqueza o pactar para evitar la fragmentación del territorio. Como vimos, optaron por lo segundo, lo que atenúo considerablemente la inestabilidad política y evitó la erupción de la violencia como en México y en otros países tardíos. Ese factor contribuyó al sostenido crecimiento económico de Brasil, pero la persistencia, hasta casi el fin del siglo XX, de la enorme exclusión social y de la discriminación racial, creó, como vimos, un rompecabezas para economistas y otros científicos sociales que han tratado de interpretar el cambio histórico en Brasil.

El acotamiento del poder de las élites, como se argumentó previamente, es decisivo en el desarrollo económico; su incidencia se da principalmente a través del fortalecimiento del Estado como tomador de decisiones críticas. Para que la legalidad se extienda al pueblo y se amplifiquen los espacios de movilización social, las élites anteponen una serie de condiciones para preservar su posición y que la legalidad no se use en su contra, como explica North *et al.* (2009, cap. 5). Si el primer cambio institucional (el pacto entre las élites) se inició anticipadamente en Brasil, el segundo (la ampliación de los espacios sociales) se postergó considerablemente al igual que en la India, con las consecuencias que se señalan en el párrafo anterior. Se requiere revisar cuales fueron los mecanismos que redundaron en la creciente cohesión de las élites.

Bajo el interés común de mantener la integridad del territorio, la cohesión de las élites se apoyó inicialmente en un sistema de dos partidos que desarrollaron tempranamente una gran habilidad para la conciliación; los partidos Conservador y Liberal surgieron con Dom Pedro II (Roett, 2010). Como subraya Hayes (1989), se trató más bien de un solo partido con dos facciones, la aristocracia azucarera del Noreste y los cafetaleros nucleados en San Pablo. La segunda institución que posibilitó la unificación de las élites fue el ejército. Este fue un proceso lento que se inició en 1850 con la incorporación de la Guardia Nacional al orden imperial. La misión de la Guardia Nacional de institucionalizar el nuevo orden colapsó en la década de 1870 ya que tendió a adquirir un carácter faccioso por su dependencia de los presidentes provinciales (Hayes, 1989). El ejército regular tuvo un comienzo precario en los 1840-50, pero la guerra contra Paraguay (1865-1870) significó su consolidación. En vista de la inestabili-

dad provocada por el vertiginoso ascenso de la élite cafetalera de San Pablo, que desestabilizó a la coalición dominante, los principales ideólogos como Oliveira Vianna y José Honorio Rodríguez plasmaron con sentido de urgencia la necesidad de fortalecer ciertas características nacionales que mantuvieran la unidad de la sociedad brasileña (Hayes, 1989).

Como explica Hayes (1989), esa necesidad fue captada y aceptada por las dos facciones más poderosas de la coalición que designaron, después del derrocamiento de la monarquía, a sus representantes, los generales Deodoro da Fonseca (liberal) y Floriano Peixoto (conservador). El primero se convirtió en Presidente y el segundo en Vicepresidente. La anuencia de las élites se tradujo posteriormente en la nueva Constitución del 1891 y en la formación del Club Militar, que significó legitimar la participación de los militares en la política. Desafortunadamente, el papel del ejército como factor estabilizador ha sido soslayado (en el mejor de los casos) o distorsionado. Por ejemplo, Roett (2010) expone la consabida dicotomía entre el Estado y los poderes económicos en un país que mitiga la ineficiencia y la falta general de competitividad con su riqueza natural. Sostiene, reflejando el enfoque dominante, que: “Solo con la introducción de la nueva moneda y el programa ortodoxo de ajuste de 1993-94, bajo el liderazgo del Ministro de Finanzas, Fernando Henrique Cardoso, la economía brasileña detuvo la caída libre de las décadas anteriores” (Roett, 2010: 16). Este planteamiento es afín a otro muy extendido que ve a los tecnócratas como Kubitschek o Geisel como los artífices del “milagro brasileño” y de la “industrialización a marchas forzadas” (1973-1985). No obstante, ambos fenómenos fueron producto de decisiones críticas que crearon los encadenamientos aguas abajo de la industria de bienes de consumo y aguas arriba de los insumos industriales y algunos bienes de capital (Hirschman, 1996) y luego las grandes inversiones en infraestructura. En esta dirección, estas experiencias no deben interpretarse en el marco del “desarrollo racional” (gobierno benefactor y especialistas que ofrecen la mejor información), como sugiere Roett (2010). En realidad esa estrategia y sus cambios fueron cruciales, pero lo decisivo fue la libertad de acción de que gozaron los tecnócratas, lo que solo se explica por la cohesión de las élites.

El papel del ejército no debe verse tampoco como una fuerza comandada independiente, como tiende a concebirla la por demás brillante investigación de Hayes (1989). El interés de la coalición dominante por la estabilidad y el progreso se plasma en los jefes del ejército (miembros de las élites), que se convierte en una organización compleja con dinámi-

ca propia, en una interacción con la élite superior, que cambia conforme cambia la relación entre el principal y su agente, aunque con fricciones, como fue el paso al industrialismo con Getúlio Vargas. La capacidad de dirección social está en la fusión entre los ideólogos y los dirigentes estatales, el propio Vargas, y los militares más prominentes como el general Bevilacqua y Amauri Kruel (Hayes, 1989: cap. 6).

Lo anterior queda plenamente de manifiesto en el golpe de Estado de 1964. La búsqueda de estabilidad política se sumió en la confusión con la renuncia de Quadros en 1960. La cúpula militar accedió a que Goulart asumiera la presidencia en 1961, como medio de hacer prevalecer la fórmula legal o constitucional. Su política errática y la amenaza de radicalización que emergió durante la gestión de Goulart provocaron la división de la coalición. Había acuerdo entre las diferentes facciones de la coalición (incluyendo a la alta jerarquía militar) en que había que detener a Goulart por considerarse que había llegado demasiado lejos, desatando fuerzas que podían ser incontrolables. La controversia era cómo. La solución fue fiel a la tradición brasileña: un golpe de Estado comparativamente “benigno”; como dice Hayes: “la relativa facilidad con la que el régimen de Goulart fue derrocado sorprendió a mucha gente, especialmente a los grupos izquierdistas que habían predicho un levantamiento de masas si se intentaba un golpe de Estado” (Hayes, 1989:213).

Durante la dictadura militar (1964-1985) se consolidó el proyecto iniciado por Vargas de industrialización acelerada. Esa orientación reflejaba la nueva cohesión de la coalición dominante, que había quedado en peligro de dividirse con el fallido intento de establecer una democracia controlada o fórmula legalista (Hayes, 1989). El impulso que imprimieron los militares y sus tecnócratas subordinados fue crucial para la aceleración del crecimiento económico y de las exportaciones, pero a costa de crecientes desequilibrios (Polanco, 2012: cap. 4). Ese proceso queda oscurecido por la interpretación dominante de esos hechos que es la que propuso Guillermo O’Donnell (1978): que la propia lógica “maligna” de la sustitución avanzada de importaciones lleva al colapso de los gobiernos democráticos. Esa interpretación va asociada, como subraya Hirschman (1996:198-200), con la negativa a discutir el papel desarrollista de los militares, común entre algunos intelectuales brasileños.

La consolidación de la industrialización en Brasil, como señala Hirschman (1996), siguiendo a Antonio Barros de Castro, quedó plasmada en el Segundo Plan Nacional de Desarrollo (1973-1979), una vez que Medici

entregó las riendas del gobierno a Geisel (Polanco, 2012). En lugar de aplicar una política monetaria restrictiva como respuesta al shock petrolero,

... Geisel y sus asesores decidieron desviar las inversiones industriales de las industrias de automóviles y de bienes de consumo duradero de los años del milagro [...] para canalizarlos hacia los sectores representativos de la última etapa de la industrialización con sustitución de importaciones que hasta entonces se habían resistido a los esfuerzos de los industrializadores latinoamericanos: los insumos intermedios, sobre todo de las industrias químicas y metalúrgica y los bienes de capital (Hirschman, 1996:197-198).

Esa libertad de maniobra deja patente el beneplácito, en este caso, la tolerancia mostrada por los funcionarios del FMI.

Lo más importante del párrafo anterior, sobre todo en el marco del análisis de los condicionantes políticos en la industrialización sustitutiva efectuado por Hirschman (1985), fue la libertad de los tecnócratas de afectar los intereses de los industriales de la primera etapa, la de bienes de consumo, que se vio gravemente obstaculizada en México, como explica entre otros Balassa (1988).

Superada la restricción anterior, los gobiernos civiles de Sarney en adelante, pero sobre todo el de Cardoso, pudieron lidiar con la herencia de desequilibrios derivados de la aceleración de la industrialización, con el apoyo del FMI, pero gozando de un margen considerable de maniobra de la que careció México (Polanco, 2012). La ampliación de los espacios de movilización social se aceleró desde fines de los noventa, lo que quedó patente en la disminución acelerada de la pobreza (ver Polanco, 2012, capítulo 6), la mejora en los indicadores sociales, principalmente en la educación. El camino al Estado abierto estaba allanado (ver una discusión del tema en Polanco, 2012:172 y ss.).

México: discontinuidad de la industrialización con conflicto intermitente entre las élites

La conquista y colonización del territorio que hoy es México fue, por las razones consabidas, un proceso devastador, de sojuzgamiento total, que diezmó a la población nativa. Por ende, el dominio colonial puede considerarse un punto de partida adverso, con repercusiones duraderas y, por ello, el inicio de la trayectoria que sigue el México actual. Pero el drástico

acotamiento de los espacios de movilización social estaba sólidamente edificado en los imperios precolombinos, sobre todo el azteca. Los colonizadores destruyeron el sistema precedente y edificaron otro en el cual perfeccionaron los mecanismos de exclusión confiriéndoles un profundo sello racial que juega un papel determinante hasta el presente. En ese sentido, la situación de México es peor que la de Brasil que fue hasta 1888 un Estado esclavista; pero en ese país se reconoció oficialmente, aunque tardíamente, la injusticia cometida con los grupos raciales excluidos.

Por el condicionamiento histórico, la independencia en México fue un proceso fuertemente disruptivo, que fragmentó a la coalición dominante presidida por los peninsulares y desató una guerra civil. El período comprendido entre 1810 y la llegada de Porfirio Díaz al poder fue de estancamiento económico, ya que la guerra de independencia destruyó prácticamente la industria minera; el sistema político quedó descabezado (Hansen, 1971). El siguiente recuento hecho por Hansen, basado en Cosío Villegas es revelador.

Durante sus primeros cincuenta años de independencia, los asuntos de México fueron dirigidos por más de cincuenta gobiernos [...] En un período de quince años, dieciséis hombres encabezaron veintidós gobiernos. Además de las luchas internas, dos guerras, con Francia y Estados Unidos, se agregaron a la caótica vida política de esa época (Hansen, 1971: 20).

En 1820, México tenía únicamente tres caminos que pudieran calificarse como carreteras, lo que ponía de manifiesto la incapacidad del gobierno.

La pérdida de cerca de la mitad del territorio a manos de Estados Unidos en la guerra de 1846-1848 fue un golpe devastador que dejó una herida no cerrada hasta la fecha, con una secuela de resentimiento, frustración y humillación. Ha habido cierto consuelo al pensar que México fue sometido por un país poderoso, pero esa apreciación es casi un mito, ya que Estados Unidos se convirtió en un Estado moderno después de la guerra civil, esto es, después de 1865 (Keegan, 2009). México fue invadido por tierra, no por un ejército propiamente dicho, que no existía, sino más bien por una milicia en la que había pocos militares profesionales. En recursos navales la diferencia era abismal ciertamente y la toma de la Ciudad de México se dio desde Veracruz. La fragmentación política de México y los enormes grados de exclusión social inducían a la incompetencia militar ante el invasor estadounidense.

La herencia colonial de tres siglos dejó un legado duradero de legislación y regulación exorbitante, concebido para mantener una elaborada red de privilegios y monopolios para la Corona y los peninsulares; ese legado significó, una vez declarada la independencia, como atinadamente señala Vernon, que “el hombre que no podía comprar protección no debía contar con obtenerla como derecho” (1966: 49). Esa institución informal prevalece hasta la fecha con consecuencias nefastas. Ante todo, lo anterior determinó la formación de redes patrón-cliente, ya que el pueblo solo podía lograr hacer valer ciertos derechos si se aseguraba, a cambio de lealtad, la protección de algún cacique u hombre de poder; fue y ha sido usual que las diferentes redes patrón-cliente entren en conflicto, lo cual distorsiona gravemente las reivindicaciones sociales, ya que los desposeídos luchan contra otros desposeídos. Otras consecuencias de la limitación del acceso a la legalidad es que los poderosos no rinden cuentas y se dificulta la separación entre la personalidad individual y social de los miembros de las élites y por ello es vulnerable la gestión de las organizaciones (ver en Vernon, cap. 3, una explicación sobre la separación de las dos “personas” en el afianzamiento de las organizaciones).

En el marco institucional anterior, ¿cómo surgió un reformador resuelto pero casi utópico como Juárez? Su programa de *laissez faire* era completamente contrario a la realidad del país, por lo que era obvio que su inserción en una de las facciones de las élites, aun la facción liberal, era precaria. Su integridad personal y las circunstancias históricas creadas por la invasión francesa dieron durabilidad a un gobierno que pudo haber sido efímero. Sin embargo, la Constitución de 1857 era enteramente válida en un principio que contradecía el *laissez faire*: sin un gobierno centralizado, el país nunca superaría la fragmentación.

En cuanto a la reforma de la tenencia de la tierra, la Constitución llevó a un desastre que alimentó la exclusión social, por cuanto implicó el debilitamiento del sistema comunal y la aparición de grandes propiedades, que incidieron sobre el destino de México, pero adversamente. En ese contexto, la única salida era la dictadura y la emergencia de una figura mesiánica e impenetrable: Porfirio Díaz. Dada la fragmentación de las élites, las motivaciones de Díaz siguen intrigando a los historiadores. Como señalan Vernon, Hansen y los demás autores citados, no hubo plan preconcebido, solamente tomar cualquier medida que fuera necesaria para alentar grandes cantidades de inversión extranjera. Pero es inexacta la idea de que el porfiriato significó simplemente la entrega del país a la inversión extranjera o la creación de latifundios. Avanzó la

integración nacional gracias a los ferrocarriles y la subordinación de los caciquismos locales.

El éxito de las políticas de Díaz llevó a la reconfiguración de la coalición dominante. Hubo tres estamentos que se situaron en la cúspide: los inmigrantes europeos y estadounidenses que trajeron capital para invertir en las nuevas industrias y que se vieron favorecidos por la protección *de facto* que instituyó el régimen y por una variedad de prerrogativas más; los inversionistas extranjeros que, a diferencia de los primeros, estaban meramente interesados en expatriar las ganancias obtenidas en minas y plantaciones, y el tercero fue un grupo *sui generis* que tenía la fachada de altos funcionarios estatales, pero que al mismo tiempo eran grandes propietarios: los Científicos. Esos grupos, más los descendientes de los conquistadores, estaban nucleados por la institución más poderosa legada por el imperio español: la concesión de monopolios y privilegios, aunque modificada en comparación con su versión original. Los privilegios se hicieron más difíciles de sostener en una economía que se integraba internamente y aparecían poderosos agentes que competían entre sí (por la mano de obra, el crédito, el agua, etcétera), como los mineros en relación con los hacendados y estos contra las empresas agrarias, principalmente del norte (Vernon, 1966). Además, el cambio fue tan fulminante que desprotegió a los más pobres, principalmente en el medio rural, ya que hubo un reemplazo del maíz por cultivos de exportación. Según un cálculo ciertamente tentativo, entre 1895 y 1910 la producción de maíz pasó del 52% al 33% de la producción agrícola total (Solís, 1970). Las limitaciones que pesaban sobre la naciente clase media urbana y rural son bien conocidas para insistir en ellas (Rosenzweig, 1965).

Parece que los Científicos fueron conscientes del dramático acortamiento del espacio de maniobra del régimen en la primera década del siglo XX, exacerbada por la depresión mundial de 1907; indicativo de ello fue el intento de replantear las reglas del juego con los inversionistas extranjeros, pero era muy tarde (Vernon discute brevemente este punto). Con el levantamiento armado se rompió el núcleo de la joven coalición y, aunque sus segmentos más importantes sobrevivieron, se unificaron de otro modo y con la presencia de nuevos elementos.

La mayoría de los economistas e historiadores analizan el subperíodo que siguió a la Revolución, el de 1910 a 1940, como unitario. 1910 es enormemente significativo porque fue el año en que se derrocó a Díaz y en 1949 concluyó el sexenio de Lázaro Cárdenas. Más importante es el período comprendido entre 1917, con la convocatoria de la Convención

Constituyente y la realización de las reformas cardenistas.²⁶ Este fue el período de superación del Estado frágil y la institucionalización del poder, incluyendo el traspaso del mismo de manera legitimada. Como explica Vernon, los constituyentes desmantelaron la doctrina *laissez faire* de la Constitución de 1857 y se inclinaron a crear una presidencia fuerte (derecho de veto y de la capacidad de proponer leyes), poniendo el contrapeso de “la no reelección” (ver Vernon, 1966: 80-81; también Wilkie, 1978). El problema principal no era el formal de leyes en el papel sino la peligrosa reaparición del caudillaje regional en el momento en que no se había fundado el antecesor del partido de Estado. Como explican varios especialistas, el sistema utilizado por Carranza y los sucesivos presidentes consistió en formar una enorme alianza que incluyera a los caudillos y caciques más fuertes, dándoles libertad de acción en tanto respetaran el poder central representado por la Presidencia (Meyer, 1992). Ese proceso se institucionalizó con la convocatoria efectuada por Calles en 1929 para que los poderes locales se unificaran en una maquinaria partidaria única, el Partido Nacional Revolucionario (PNR), convertido después en Partido de la Revolución Mexicana (1938-1946) y luego el actual Partido Revolucionario Institucional, nacido en 1946, al final del gobierno de Ávila Camacho.

El pasaje del Estado frágil al natural básico implicó también un cambio en la coalición dominante. La Revolución descabezó a la oligarquía porfirista y su lugar lo ocuparon los caudillos del Norte (Schryer, 1986), élite presidida primeramente por Carranza. Se trata de un grupo característico, que todavía debe dilucidarse si sobrevive hasta el presente. En su época de apogeo, desde los cincuenta hasta inicios de los ochenta, tenía la fachada de capa muy cohesionada de altos funcionarios públicos, parte de los cuales se transformaron en tecnócratas. Pero en realidad, si se examina a los personajes que acudieron a la calle de Londres 156, en la Ciudad de México, Gonzalo N. Santos, Puig Casauranc, Pérez Treviño, Fabio Altamirano, David Orozco y Aarón Sáenz respondiendo al llamado de Calles para diseñar el esquema del PNR, todos eran grandes propietarios (Casasola, 1992). Ese hecho solo sería sorprendente para quienes sostienen la existencia de un poder económico y otro político en pugna y negociación. El que lo ejerzan directamente los propietarios es un rasgo del Estado natural básico, con la variante de que la élite superior empezó

²⁶ Para una discusión de la política de Carranza con los delegados a la Constituyente, ver Wilkie (1978, 84-90).

de una posición relativamente modesta y usaron el control de los aparatos de Estado, para acumular más riqueza, por eso quizás sea conveniente denominar a esa coalición como burguesía burocrática (Rivera, 1992).

El núcleo inicial son los revolucionarios, pero se va ampliando conforme avanza la industrialización mexicana, hasta incluir a los descendientes de la élite porfirista que mantuvieron el control de la mayor parte de la banca (Hamilton, 1983).

Un mecanismo fundamental de enriquecimiento fue el uso y pervisión del Estado desarrollista, como ha sucedido en numerosos países. Lo anterior es una pieza central de la explicación de por qué la economía mexicana perdió paulatinamente el fuerte impulso que tomó con las reformas cardenistas, hasta llevar a una severa crisis a inicios de los ochenta. Cárdenas y los gobiernos sucesivos sentaron las bases del desarrollismo mexicano a través de la reforma agraria, la empresa pública, la protección de las industrias que abastecen al mercado interno, la banca de desarrollo, el control directo del crédito, las exenciones de impuestos como medios de fomentar la producción, etcétera (NAFINSA-CEPAL, 1971; Reynolds, 1977; Solís, 1976). Esos instrumentos desarrollistas antecedieron a los que adoptaron las economías dinámicas de Asia, con resultados muy diferentes. Entonces la diferencia no está en los instrumentos sino en la forma como se utilizan, y se utilizan de acuerdo a los intereses de la coalición dominante. Si las élites no toman acciones que conduzcan a un acotamiento del poder, tiende a prevalecer la depredación natural, mediada por intentos de cambio institucional que quedan inconclusos.

Aquí hay dos temas importantes a clarificar. Primero, se ha insistido en el carácter autoritario de la industrialización asiática (Taiwán, Corea del Sur, Singapur, China), que permitía la máxima capacidad de acción al Estado, imponiendo y movilizándolo de manera compulsiva a individuos, grupos, colectividades y clases para cumplir los objetivos fijados por el grupo en el poder. En el caso de México, la coalición revolucionaria, como la llama Hansen (1971), logró una capacidad equivalente, bajo una fachada de cierta democracia y un gran paternalismo, alternado con la cooptación y la represión selectiva. La población quedó sometida ideológicamente y ello hacía factible la movilización compulsiva, pero con desarrollismo limitado. Hansen explica de manera magistral ese sometimiento, que irónicamente remite a la estabilidad, con capacidad de crecimiento menguante.

Hansen se pregunta cuáles fueron los factores institucionales que contribuyeron a la larga paz priísta. El autor encuentra un elevado con-

formismo consustancial a muy limitadas demandas de la mayor parte de la población, apoyando al régimen casi a cambio de nada, lo cual minimiza las fuerzas por un cambio social. El autor destaca lo que ya se sabe: que cerca de una tercera parte de la población en realidad sufrió una disminución absoluta y relativa de sus niveles de vida para fines de los sesenta. Pese a ello se han conformado. Hansen menciona tres posibles causas de esa pasividad, pero la más interesante es que unas de las reglas del sistema priísta es limitar la competencia efectiva entre las élites que forman la coalición dominante. De no ser así, ciertas facciones hubieran buscado en momentos críticos apoyo de la población excluida.

Esa población excluida, explica Hansen, está compuesta por tres tipos característicos: el localista, el subordinado y el participante. El localista, explica, no espera nada del gobierno, en gran parte como resultado de la ignorancia de lo que significa y hace el gobierno, aunque a veces es la suspicacia y la desconfianza lo que lo desconecta del gobierno. El subordinado tiene conciencia de que existe el gobierno y a su vez está ligado afectivamente a él, pero sus relaciones se establecen de manera abstracta o general e incluso acepta que hay una extensión gubernamental que lo afecta, pero adopta una actitud pasiva. El participante

... por una parte apoya a la revolución y las instituciones políticas que han surgido después de la cuarta década, y por otra es verdaderamente cínico en lo que se refiere a la política mexicana y los líderes políticos. Su cinismo y desconfianza con respecto al funcionamiento del sistema actual, generalmente lo lleva a evitar las actividades políticas y a esperar poco o nada para sí mismo, de parte del gobierno (Hansen, 1971: 242).

Es crucial integrar estos elementos para entender los procesos que caracterizan a México después de 1980. El primero es el estancamiento económico y el predominio de la depredación sobre el desarrollismo, representado por el aumento de la pobreza. El segundo, de aparición más tardía, es la faccionalidad entre una coalición reconfirmada por efecto de la privatización, cuyo conflicto interno ha mermado peligrosamente la capacidad de gobernabilidad.

El cambio institucional requiere fuerzas inductoras. Una de ellas fue la gran depresión del treinta, que indujo las reformas cardenistas. Después de dejar una secuela positiva cuyo epítome es el “milagro” mexicano, fue decayendo y, dados los elementos de pasividad antes reseñados, la coalición dominante, una amalgama de intereses corporativo-financieros (Ba-

save, 1997), obstaculizó a partir de los sesenta pero también en los setenta, lo que Balassa (1988) llama el cambio en el sistema de incentivos a favor de una economía más productiva y competitiva. Con el agotamiento del llamado desarrollo estabilizador (Reynolds, 1977) y la rebelión estudiantil subsecuente, el sistema priísta se encontró incapacitado para responder con los mecanismos proestabilizadores y recurrió a una represión abierta que no se veía desde fines de los cincuenta. Ese escenario fue proclive a la emergencia de un cesarista o bonapartista, Echeverría. Actuando bajo un programa híbrido, intentó la reforma económica, pero lo hizo recién al final, como explica Balassa (1983).

A diferencia de Brasil, los tecnócratas en México carecieron de espacio de maniobra para promover los enlaces posteriores, flexibilizar el manejo del tipo de cambio y promover las exportaciones. Por lo tanto, con el estallido de la crisis de la deuda, la coalición dominante llegó, representada por sus agentes, a negociar con el FMI en condiciones de debilidad. En medio del desmantelamiento del Estado desarrollista, bajo la reforma neoliberal, tuvo lugar un proceso que expresa el peso de la historia y prolonga los efectos de las fuerzas originadoras. Aunque ese proceso ha sido fragmentariamente analizado, sus repercusiones son patentes: se reconforma de nuevo la coalición dominante, pero se desata la inestabilidad al haber perdido el viejo sistema gran parte de sus estabilizadores. La característica dominante desde inicios de los noventa es la faccionalidad entre las élites, especialmente las más poderosas. Veremos ese punto a continuación, siguiendo el trabajo de Polanco (2012).

Con el rescate público, o más bien el autorrescate, que salvó a los consorcios, la coalición evitó un reordenamiento caótico. En vista de lo anterior, se previó que sería la respuesta a la apertura comercial la que determinaría la reordenación de la coalición dominante (Pozas, 2006; Lustig, 1994). Un acontecimiento que formaba parte medular de la reforma económica cambió el escenario previamente previsto. Se trató de la privatización. El traspaso de activos productivos fue tan grande que implicó la reordenación de la coalición. Polanco (2012: 106 y ss.) distingue primero dos modalidades de privatización: por un lado, la que se efectúa a partir de un acuerdo entre las élites, que llama “pactada”. En este caso, ya sea legalmente o por medios informales, se efectúa una licitación abierta, con libre acceso y con derechos y obligaciones de los aspirantes, claramente definidos. Los ejemplos se encuentran en los países desarrollados y quizás Nueva Zelanda sería el caso óptimo. La otra modalidad que señala Polanco es la privatización sin acuerdo entre las élites, bajo el

control de la cúspide burocrático-gubernamental. En este segundo caso, no hay pacto previo o si existe se tergiversa, de modo que los beneficiarios están preseleccionados y la licitación es generalmente una simulación. Al no haber consenso entre las élites, hay una secuela de divisionismo que se agudiza cuando los beneficiarios obtienen privilegios y concesiones monopólicas (Polanco, 2012, y Hernández, 2011).

El caso de México pertenece a la segunda categoría, con despotismo y supuesta corrupción, que implicó vetar a ciertos magnates, el arribismo y las fortunas de la noche a la mañana, ausencia de estatus de competencia o el intento torpe de establecerlas *a posteriori* (Polanco, 2012)

Este proceso ocurrió en el gobierno de Salinas de Gortari, pero hay elementos para suponer que formaba parte de una estrategia más amplia de reforma económica, que implicaba formar un grupo económico de grandes consorcios, que fueran la punta de lanza nacionalista ante la apertura y la firma del TLCAN (Rivera, 2007). De ser válida esa hipótesis, el proyecto colapsó con la crisis de 1994 y su correlato de violencia política que fue parte posiblemente del reacomodo de la coalición. Lo que prevaleció fue la faccionalidad y, por ende, la regresión del orden social. En ese sentido, México se encuentra atrapado actualmente en una trampa del atraso que se origina en la incapacidad de las élites de pactar entre ellas los avances institucionales, que son potencialmente benéficos para ellas; esa negociación podría estabilizar la relación interna entre los miembros de la coalición y posteriormente proyectar esos avances (la legalidad, las relaciones impersonales, el arbitraje por terceros, etcétera) a toda la sociedad. En vista de que ese proceso se posterga, el rasgo distintivo de la trayectoria histórica de México hasta inicios de la segunda década del siglo XXI es el conflicto entre las élites, el estallido de confrontación e incluso la violencia y nuevas recomposiciones, que dieron lugar a un importante episodio desarrollista, entre 1940 y 1970, pero que se agotó dejando un legado de inestabilidad, como se vio.

Bibliografía

- Abreau, M. y Verner, D. (1997). *Long-Term Brazilian Economic Growth 1930-94*. París: Development Center, OECD.
- Acemoglu, D.; Johnson, S. y Robinson, A. (2004). "Institutions as the Fundamental Cause of Long-Run Growth". NBER Working Paper, 10481.

- (2001). “The Colonial Origins of Comparative Development: An Empirical Investigation”. *American Economic Review*, n° 91.
- Ahluwalia, M. (1976.) “Inequality, Poverty and development”. *Journal of Development Economics*, vol. 3, pp. 307-342.
- Allen, P. M. (1988). “Evolution, Innovation and Economics”. En Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R. y Silverberg, G. (comps.), *Technical Change and Economic Theory*. Londres: Pinter.
- Amsden, A. (1989). *Asia’s Next Giant: South Korea and Late Industrialization*. Oxford: Oxford University Press.
- Amsden, A. y Chu, W. (2003). *Beyond Late Development: Taiwan’s Upgrading Policies*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Antonelli, C. (1999). “The Evolution of Industrial Organization in the Production of Knowledge”. *Cambridge Journal of Economics*, vol. 23, n° 2.
- Arthur, W. B. (1989). “Positive Feedbacks in Economy”. *Scientific American*, n° 262, febrero-marzo.
- (1988). “Competing Technologies: an Overview”. En Dosi, G; Freeman, C.; Nelson, R.; Silverberg, G. y Soete, L. (comps.), *Technical Change and Economic Theory*. Londres: Pinter.
- Arthur, W. B.; Durlauf, S. N. y Lane, D. (1997). “Introduction: Process and Emergence in the Economy”. En Arthur, W. B.; Durlauf, S. N. y Lane, D. (comps.), *The Economy as an Evolving Complex System, II*. Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity: Westview Advance Books Program.
- Bairoch, P. (1972). *Revolución industrial y subdesarrollo*. México: Siglo XXI.
- Balassa, B. (1988). *Los países de industrialización reciente en la economía mundial*. México: Fondo de Cultura Económica.
- (1983). “La política del comercio exterior de México”. *Comercio Exterior*, marzo.
- Barnes, B. (1990). *La naturaleza del poder*. Barcelona: Pomares-Corredor.
- Basave, J. (1997). *Los grupos de capital financiero en México (1974-1995)*. México: El Caballito, Instituto de Investigaciones Económicas-UNAM.
- Casasola Zapata, G. (1992). *Historia gráfica de la Revolución Mexicana 1900-1970*. México: Trillas.

- Chapman, M. G. (2011). “Inserción de países Latinoamericanos en el nuevo paradigma tecno-económico e institucional (1970-2005). México, Brasil y Corea del Sur”. Tesis doctoral, Posgrado en Economía, UNAM.
- Choi, J. J. (1993). “Political Cleavages in South Korea”. En Koo, H. (comp.), *State and Society in Contemporary Korea*. Ithaca: Cornell University Press.
- Cimoli, M. y Rovira, S. (2008). “Elites and Structural Inertia in Latin America: An Introductory Note”. *Journal of Economic Issues*, vol. 42, n° 2.
- Coleman, J. (1974). *Power and the Structure of Society*. Nueva York: W. W. Norton.
- Comisión Económica para América Latina (CEPAL) (2014). *Panorama social de América Latina*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Cumings, B. (2010). *The Korean War*. Nueva York: The Modern Library,
- Dabat, A. (1994). *Capitalismo mundial y capitalismo nacionales*. México: Fondo de Cultura Económica- UNAM,
- David, P. A. (2001). “Path Dependence, its Critics and the Quest for ‘Historical Economics’”. En Garrouste, P. y Ioannides, S. (comps.), *Evolution and Path Dependence in Economic Ideas*. Cheltenham: Edward Elgar.
- (1994). “Why are Institutions Carriers of History, Path Dependence and the Evolution of Conventions, Organizations and Institutions”. *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 5, n° 2.
- (1992). “Knowledge, Property, and the System Dynamics of Technological Change”. Annual Conference on Development Economics.
- (1985). “Clio and the Economics of Qwerty”. *The American Economic Review*, vol. 75, n° 2.
- Earle, T. (2003). *Bronze Age Economics: The Beginnings of Political Economies*. Boulder: Westview Press.
- Elliot, J. H. (1990). “La conquista española y las colonias de América”. En Bethell, L. (comp.), *Historia de América Latina. 1. América Latina Colonial: la conquista precolombina y la conquista*. Barcelona: Crítica-Grijalbo Mondadori.

- Engelmann, S. y Sokoloff, K. (1977). "Factor Endowments, Institutions, and Differential Path of Growth among New World Economies; A View from Economic Historians of the United States". En Haber, S. (comp.), *How Latin America Fell Behind. Essays on Economic Histories of Brazil and Mexico, 1800-1914*. Stanford: Stanford University Press.
- Evans, P. (1995). *Embedded Autonomy. State and Industrial Transformation*. Princeton: Princeton University Press.
- Gerschenkron, A. (1968). *Atraso económico e industrialización*. Barcelona: Ariel.
- Gourevitch, P y Shinn, J. (2005). *Political Power and Corporate Control*. Princeton: Princeton University Press.
- Gramsci, A. ([1935] 2000). *Cuadernos de la Cárcel. Lecturas Escogidas*. Material seleccionado de la edición Era por Paty Montiel para el Seminario "Gramsci y el cambio histórico mundial contemporáneo", coordinado por S. Ordoñez. Cuaderno 9, parágrafo 24 y Cuaderno 12, parágrafo 1.
- Greif, A. (2006). *Institutions and the Path to the Modern Economy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Johnson, A. y Earle, T. (2000). *The Evolution of Human Societies. From Foraging Group to Agrarian States*. Stanford: Stanford University Press.
- Hall, P. y Soskice, D. (2001). *Varieties of Capitalism. The Institutional Foundations of Comparative Advantage*. Oxford: Oxford University Press.
- Hamilton, N. (1983). *Los límites de la autonomía del Estado*. México: Era.
- Hansen, R. (1971). *La política del desarrollo mexicano*. México: Siglo XXI.
- Hayes, R. (1989). *The Armed Nation: The Brazilian Corporate Mystique*. Temple: Center for Latin America Studies, Arizona State University.
- Hernández López, M. H. (2011). "La transnacionalización del gran capital en México: implicaciones para el desarrollo capitalista en el marco de la globalización". Tesis doctoral, Posgrado en Economía, UNAM.
- Hikino, T. y Amsden, A. (1998). "Staying Behind, Stumbling Back, Sneaking up, Soaring Ahead: Late Industrialization in Historical Perspec-

- tive”. En O’Brien, P. (comp.), *Industrialisation. Critical Perspective on the World Economy, vol. II*. Londres: Routledge.
- Hira, A. y De Oliveira, L. (2007). “Take off and Crash. Lesson from de Diverging Fates of the Brazilian and Argentine Aircraft Industries. *Competition and Change*, vol. 11, n° 4.
- Hirschman, A. (1996). “La economía política de la industrialización a través de la sustitución de importaciones en América Latina”. *El Trimestre Económico*, vol. LXIII, n° 2, abril-junio.
- (1996a). *Tendencias autosubversivas*. México: Fondo de Cultura económica.
- (1985). “Auge y decadencia de la economía del desarrollo”. En Gersovitz, M.; Días-Alejandro, C. F.; Ranis, G. y Rosenzweig, M. R. (comps.), *Teoría y experiencia del desarrollo económico*. México: Fondo de Cultura económica.
- (1984). *De la política a la economía y más allá*. México: Fondo de Cultura económica.
- (1963). *La estrategia del desarrollo económico*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Hobday, M. (1995). *Innovation in East Asia. The Challenge to Japan*. Aldershot: Edward Elgar.
- Hodgson, G. (2001). *How Economics Forgot History, The Problem of Historical Specificity in Social Science*. Londres: Routledge.
- Hoff, K. (2001). “Beyond Rosenstein-Rodan: The Modern Theory of Coordination Problems in Development”. Annual World Bank Conference on Development Economics, 2000. Hoff, K. y Stiglitz, J. (2002). “La teoría económica moderna y el desarrollo”. En Meier, G. y Stiglitz, J. (comps.), *Fronteras de la economía del desarrollo. El futuro en perspectiva*. Bogotá: Banco Mundial-Alfaomega.
- Holland, J. D. (2004). *El orden oculto. De cómo la adaptación crea la complejidad*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Johnson, A. y Earle, T. (2000). *The Evolution of Human Societies*. Stanford: Stanford University Press.
- Kang, D. (2002). *Crony Capitalism. Corruption and Development in South Korea and the Philippines*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Keegan, J. (2009). *The American Civil War. A Military History*. Nueva York: Vintage Books.
- Kenwood, A. G. y Lougheed, A. L. (1973). *Historia del desarrollo económico internacional, vol. II*. Madrid: Istmo.
- Kim, J. (1975). *Divided Korea: The Politics of Development, 1945-1972*. Cambridge, Mass.: East Asian Research Center, Harvard University.
- Kohli, A. (2004). *State-Directed Development. Political Power and Industrialization in the Global Periphery*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Krugman, P. (1998). "What Happened in Asia". Mimeo. Cambridge, Mass.
- Kuran, T. 1993. "Sparks and Prairie Fires: A Theory of Unanticipated Political Revolution". En Witt, U. (ed.), *Evolutionary Economics*. Aldershot: An Elgar Reference Collection.
- Kuznets, S. (1973). *Crecimiento económico moderno*. Madrid: Aguilar.
- (1963). "Quantitative Aspects of Economic Growth of Nations: VIII. Distribution of Income by Size". *Economic Development and Cultural Change*, enero.
- Lall, S. (1995). "The Creation of Comparative Advantage: Country Experiences". En Irfan ul Haque, *Trade, Technology, and International Competitiveness*. Washington, D. C.: EDI Development Studies.
- Lee, C. (1995). *The Economic Transformation of South Korea. Lesson for the Transition Economies*. París: Development Centre, OECD.
- Lenin, V. I. (1971). "El imperialismo, fase superior del capitalismo". En Lenin, V. I., *Obras escogidas*. Moscú: Progreso.
- Lustig, N. (1994). *México. Hacia la reconstrucción de una economía*. México: El Colegio de México, Fondo de Cultura Económica.
- Maddison, A. (2007). *Contours of the World Economy, 1-2030 AD*. Oxford: Oxford University Press.
- Magnusson, L. y Ottoson, J. 2009. "Path Dependence: Some Introductory Remarks". En Magnusson, L y Ottoson, J. (comps.), *The Evolution of Path Dependence*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Mann, M. (1988). *The Sources of Social Power, vol. I., A History of Power from the Beginning to A. D. 1760*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Meier, G. (1995). *Leading Issues in Economic Development*. Oxford: Oxford University Press.
- Meyer, J. (1992). “México: revolución y construcción en los años veinte”. En Bethell, L. (comp.), *Historia de América Latina, 9: México, América Latina y el Caribe, 1870-1930*. Barcelona: Crítica.
- Mokyr, J. (1990). *La palanca de la riqueza. Creatividad tecnológica y progreso económico*. Madrid: Alianza.
- (1992). “Technological Inertia in Economic History”. *Journal of Economic History*, vol. 52, n° 2.
- Mowery, D. y Rosenberg, N. (1998). *Paths of Innovation. Technological Change in 20th America*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Myrdal, G. (1979). *Teoría económica y regiones subdesarrolladas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- NAFINSA. CEPAL (1971). *La política industrial en el desarrollo económico de México*. México.
- North, D. (2005). *Understanding the Process of Economic Change*. Princeton: Princeton University Press.
- (1997). Prólogo (adaptación del discurso “Mi evolución como economista”, en el Trinity College, Texas). En Drobak, J. y Nye, J. (comps.), *The Frontiers of the New Institutional Economics*. San Diego: Academia Press.
- (1993). *Instituciones, cambio institucional y desempeño económico*. México: Fondo de Cultura Económica.
- (1984). *Estructura y cambio en la historia económica*. Madrid: Alianza Universidad.
- North, D.; Wallis, J. y Weingast, B. (2009). *Violence and Social Orders. A Conceptual Framework for Interpreting Recorded Human History*. Cambridge: Cambridge University Press.
- North, D. y Thomas, R. (1978). *El nacimiento del mundo occidental. Una nueva historia económica 900-1700*. México: Siglo XXI.
- OCDE (2011). Programme for International Students Assessments (PISA).
- O’Donnell, Guillermo (1978). “Reflections on the Patterns of Change in the Bureaucratic-Authoritarian State”. *Latin American Research Review*, vol. XIII, n° 1.

- Palma, J. G. (s/f). "Was Brazil Recent Growth Acceleration The World's Most Overrated Boom?". *Cambridge Working Papers in Economics*, n° 1248.
- Pérez, C. (2001). "Cambio tecnológico y oportunidades de desarrollo como blanco móvil". *Revista de la CEPAL*, n° 75, diciembre.
- Pincus, S. y Robinson, J. (2001). *What Really Happened During the Glorious Revolution?* New Haven: Yale University, History Department.
- PNUD (2011). *Informe Internacional sobre el desarrollo humano*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Polanco Piñeros, R. (2012). "Aplicación de la teoría institucionalista de North al estudio del desarrollo en América Latina: Comparación entre México y Brasil a partir de la segunda mitad del siglo XX". Tesis doctoral. Posgrado en Economía, UNAM.
- Pozas, M. A. (comp.) (2006). *Estructura y dinámica de la gran empresa en México*. México: El Colegio de México.
- Reynolds, C. (1977). "¿Por qué el desarrollo estabilizador de México fue en realidad desestabilizador (con algunas implicaciones para el futuro)?". *El Trimestre Económico*, vol. XLIV (4), n° 116.
- Rivera Ríos, M. A. (2010). "Teoría del desarrollo, cambio histórico y conocimiento. Un balance de enfoques analíticos y aportaciones teóricas". *Umbrales*, diciembre.
- (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.
- (2007). "Las grandes empresas en México y la estrategia de desarrollo actual". *Este País*, abril.
- (1992). *El nuevo capitalismo mexicano. El proceso de reestructuración en los años ochenta*. México: Era.
- Rivera Ríos, M. A.; Robert, V. y Yoguel, G. (2009). "Cambio tecnológico, complejidad e instituciones. El caso de Argentina y México". *Problemas del Desarrollo*, vol. 40, n° 157, abril-junio.
- Robinson, J. (1999). *When is a State Predatory*. Berkeley: University of California at Berkeley.

- Roett, R. (2010). *The New Brazil*. Washington, DC: Brookings Institution Press.
- Rosenberg, N. (1998). *Paths of Innovation. Technological Change in 20th-Century America*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rosenstein-Rodan, P. (1963). “Problemas de la industrialización de Europa Oriental y Sudoriental”. En Agarwala, A. N. y Singh, S. (comps.), *La economía del subdesarrollo*. Madrid: Tecno.
- Rosenzweig, F. (1965). “El desarrollo económico de México de 1877 a 1911”. *El Trimestre Económico*, n° 32, julio-septiembre.
- Schryer, F. J. (1986). *Una burguesía campesina en la revolución. Los rancheros de Pisaflores*. México: Era.
- Solís, L. (1976). *La realidad económica mexicana*. México: Siglo XXI.
- Vernon, R. (1966). *El dilema del desarrollo económico de México. Papeles representados por los sectores público y privado*. México: Diana.
- Wade, R. (1999). *El mercado dirigido. La teoría económica y la función del gobierno en la industrialización del este de Asia*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Wilkie, J. (1978). *La revolución mexicana. Gasto federal y cambio social*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Williamson, J. (1991). *Inequality, Poverty and History*. Cambridge: Basil Blackwell.
- World Bank (2011). *World Development Indicators 2011*. Washington.
- (2012). *World Development Indicators 2012*. Washington.
- (2013). *World Development Indicators 2012*. Washington.
- Zysman, J. (1994). “How Institutions Create Historically Rooted Trajectories of Growth”. *Industrial and Corporate Change*, vol. 3, n° 1.

Capítulo 24

Conocimiento y valorización en el nuevo capitalismo*

Sebastián Sztulwark y Pablo Míguez

Introducción

Durante las últimas décadas asistimos a un intenso debate sobre la inflexión histórica en la dinámica de largo plazo del capitalismo a nivel mundial. Podemos identificar tres posiciones fundamentales en esta discusión. En primer lugar, una literatura posfordista y neoschumpeteriana que sostiene la existencia de cambios tecnoeconómicos que giran en torno a las nuevas tecnologías de la información y la comunicación y un nuevo modelo “flexible” de organización del trabajo, pero que ubica estas mutaciones en el marco de la continuidad del capitalismo industrial (Coriat, 1991; Pérez, 2004). Una segunda postura remite a las tesis sobre la globalización financiera (Chesnais, 2001; Duménil y Lévy, 2002; Lapavistas, 2010). Esta posición, a diferencia de la anterior, sí plantea la existencia de una ruptura histórica en la configuración del capitalismo por la cual el capital financiero asume el comando del proceso económico relegando el capital productivo a un lugar subordinado. Finalmente, existe una tercera línea de interpretación –de raíz posindustrial (Bell, 1976), informacional (Castells, 1999; Dabat y Rivera, 2004) o cognitiva (Verzellone, 2011; Moulner-Boutang, 2004)– que concibe la ruptura histórica en términos de un cambio en la naturaleza del proceso de acumulación con respecto al capitalismo industrial. La causalidad va desde lo productivo hacia lo financiero.

* Una versión de este capítulo fue publicada en el número 270 de *Realidad Económica*.

El presente trabajo se focaliza en esta tercera perspectiva de análisis. El objetivo fundamental es analizar las transformaciones en el papel del conocimiento en el proceso de valorización de capital, como elemento fundamental para comprender la ruptura histórica en el proceso de acumulación sobre cuya base se funda un nuevo capitalismo.

Para abordar la naturaleza de este cambio histórico nos apoyaremos en el concepto de sistema histórico de acumulación, desarrollado por los economistas Dieuaide, Paulré y Vercellone (2007: 74), que alude “a la asociación entre un modo de producción y una lógica de acumulación que orientan en un largo período las tendencias de la valorización del capital, la división del trabajo y la reproducción de las relaciones sociales más fundamentales”. En este marco, llamaremos “nuevo capitalismo” al sistema histórico de acumulación específico que surge a nivel mundial en el último tercio del siglo XX, a partir de la crisis del capitalismo industrial.

En esta perspectiva, lo que está en juego es la crisis de un sistema “industrial” de acumulación,¹ que reposaba esencialmente sobre el dominio del tiempo de reproducción de mercancías estandarizadas producidas con tecnologías mecánicas, y el pasaje a un nuevo tipo de acumulación, que “se refiere al conocimiento y se enfoca sobre la creatividad, es decir, sobre las formas de inversión inmaterial” (Deieuade *et al.*, 2007: 74). Sobre bases teóricas diferentes, pero apuntando en una dirección similar, Castells (1999) sostiene que “en el modo de desarrollo industrial, la principal fuente de productividad es la introducción de nuevas fuentes de energía y la capacidad de descentralizar su uso durante la producción y los procesos de circulación. En el nuevo modo de desarrollo informacional, la fuente de la productividad estriba en la tecnología de la generación del conocimiento, el procesamiento de la información y la comunicación de símbolos” (pp. 42-43).

Por su parte, el proceso de valorización del capital refiere ineludiblemente al trabajo de Karl Marx y a sus estudios sobre la dinámica del capitalismo en el largo plazo. Como sabemos, este proceso se desenvuelve a partir de factores objetivos (medios de producción) y de un factor subjetivo (la propia fuerza de trabajo) mediante los cuales se producen

¹ Esta crisis del capitalismo industrial, sin embargo, no significa que la producción industrial será dejada de lado ni que dejará de jugar un papel importante, incluso en las regiones más dominantes del planeta. Tal como afirman Hardt y Negri (2000: 249): “Del mismo modo que los procesos de industrialización transformaron la agricultura y la volvieron más productiva, así también la revolución informacional transformará la industria redefiniendo y rejuveneciendo los procesos de fabricación”.

valores de uso. Los factores objetivos representan “trabajo muerto” –un trabajo cosificado en herramientas y objetos propios del proceso laboral– mientras que el factor subjetivo constituye “trabajo vivo”, fuerza de trabajo que se pone en acción en el proceso laboral a través de los medios de producción. El proceso de valorización se completa una vez que el valor creado en el proceso de trabajo se realiza en el mercado (en la esfera de la circulación), permitiendo la transformación del dinero en capital.

El tratamiento del papel del conocimiento en el proceso de valorización requiere también algunas precisiones conceptuales. En primer lugar, se debe diferenciar el carácter subjetivo del conocimiento –como facultad humana de comprensión, creación, comunicación, etcétera– de su dimensión objetiva (asimilable a información), que alude a la codificación del conocimiento a través de un proceso de transcripción en representaciones simbólicas que puedan almacenarse y transmitirse (David y Foray, 2002). De este modo, el conocimiento participa del proceso de creación de valor a través de su incorporación en los dos componentes fundamentales de ese proceso: los medios de producción y el propio trabajo vivo.

En segundo lugar, resulta necesario problematizar el papel del conocimiento *en la instancia de realización del valor*. Para ello acudiremos a los aportes de la economía de la información (Arrow, 1962; Nelson, 1959) o de la más reciente economía del conocimiento (Tece, 1986; David y Foray, 2002; Foray y Lundvall, 1996). Estos autores analizan el proceso de mercantilización del conocimiento desde el punto de vista de la *apropiación*: aunque una mercancía se realice en el mercado, la sobreganancia o renta que se deriva de la innovación² no necesariamente es capturada por el agente creador del conocimiento. De modo general, se puede afirmar que el problema de apropiación del valor está asociado al grado de diferenciación del conocimiento objetivado en las mercancías y a la facilidad técnica e institucional de su reproducción (imitación y/o copia), en tanto de estos elementos depende el incentivo y la factibilidad de que terceros (ya sean usuarios o competidores) hagan uso gratuito de una innovación.

En los siguientes apartados abordamos la cuestión del papel del conocimiento en el proceso de valorización desde una perspectiva histórica, identificando los elementos de ruptura que surgen en la transición

2 En este trabajo seguimos el concepto de renta en el sentido de Napoleoni (1956), como un “rédito que percibe el propietario de ciertos bienes como consecuencia del hecho de que tales bienes están escasamente disponibles o bien son convertidos en tales”. Esta definición permite ir más allá la visión clásica sobre “renta de la tierra” e incorporar la base cognitiva de los bienes como fundamento de una renta de innovación.

del capitalismo industrial al nuevo capitalismo. Aunque los factores que conforma ese proceso tienen un carácter integrado, por una cuestión de conveniencia analítica se los presenta por separado, comenzando por el proceso de trabajo en la instancia de creación del valor y concluyendo con la instancia de apropiación de ese valor creado.

La instancia de creación de valor

Para abordar la ruptura histórica en el papel del conocimiento en la instancia de creación de valor, el elemento fundamental a considerar es el cambio en la naturaleza del propio proceso de producción y, en particular, de sus dos componentes fundamentales: los medios de producción y el trabajo.

El papel de los medios de producción durante el capitalismo industrial estaba íntimamente relacionado con el desarrollo y la difusión de la maquinaria moderna, que surge con la Revolución Industrial, sobre cuya base se produce la transición de la manufactura a la gran industria. Como indica Marx en el capítulo XIII del tomo I de *El Capital*, la maquinaria se compone de tres elementos diferentes: el mecanismo motor, el mecanismo de transmisión y la máquina herramienta (o máquina de trabajo). Integradas para operar en forma sistemática, las maquinarias pasan a constituir “un gran autómatas” que relega a los trabajadores a cierta asistencia ulterior, a ciertos movimientos específicos que apuntan a corregir eventuales desviaciones del sistema automático (Marx, 1969: 453-464). Así, en ese contexto histórico, Marx veía al sistema de máquinas como el desarrollo más emblemático del capitalismo de su época. Como afirmaba Radovan Richta (1971), se fue consolidando de esta manera un proceso de mecanización en las fuerzas productivas que tenía como finalidad el aumento exponencial de los niveles de productividad. La maquinaria, el capital fijo, “es presentada como el único y necesario intermediario para la aplicación de la ciencia a la producción” (Vence Deza, 1995). Como forma específica de conocimiento, la ciencia representaba entonces la principal forma en que este se manifestaba en el capitalismo industrial, pero como fuerza productiva indirecta toda vez que su incidencia aparecía mediada por su propia objetivación en el capital fijo.

Dada la centralidad que fue adquiriendo este proceso de objetivación del conocimiento en el capital fijo, resulta necesario abordar más específicamente la evolución histórica de los distintos tipos de maquinaria que

fueron revolucionando la producción durante el capitalismo industrial. Diversos autores reconocen numerosos “hitos” o inventos fundamentales en determinados períodos históricos desde finales del siglo XVIII hasta el período de difusión de los medios de producción electrónico-informáticos, propios del nuevo capitalismo.

Por ejemplo, Carlota Pérez (2004) identifica cinco revoluciones tecnológicas: una primera, asociada a la Revolución Industrial propiamente dicha (o primera Revolución Industrial), en la que cobran relevancia inusitada la mecanización y la medición y ahorro de tiempo; en segundo lugar, la era del vapor y los ferrocarriles, cuando la gran escala y la estandarización de partes toman el centro de la escena; una tercera revolución tecnológica (que coincidiría con el inicio de la segunda Revolución Industrial), en la que se consolidan la integración vertical y las economías de escala y se universaliza la estandarización; la era del petróleo, el automóvil y la producción en masa, que trae como novedades la integración horizontal y una estandarización que alcanza ahora también a los productos, y una quinta revolución tecnológica (aún vigente) en la que el conocimiento como capital intangible, las estructuras en red, la integración descentralizada y el uso intensivo de la información irrumpen con especial énfasis en los procesos productivos. Vale la pena notar que para la autora esta quinta etapa no representa una ruptura en relación con la dinámica del capitalismo industrial. Por su parte, Castells subraya la importancia de las fuentes de energía en el desarrollo de la primera y la segunda revolución industrial, al indicar que “aunque ambas brindaron todo un despliegue de nuevas tecnologías que formaron y transformaron un sistema industrial en etapas sucesivas, su núcleo lo constituyó la innovación fundamental en la generación y distribución de la energía” (Castells, 1999: 64). Para el autor, la máquina de vapor es la invención clave de la primera revolución industrial (fines del siglo XVIII) y la aparición de la electricidad el hecho fundamental de la segunda (fines del siglo XIX), toda vez que la generación y distribución de esta última permitió que la totalidad de los otros campos fueran “capaces de desarrollar sus aplicaciones y conectarse entre sí” (Castells, 1999: 65).

Naturalmente, existieron en ambos casos otras innovaciones de gran relevancia. La primera Revolución Industrial se caracterizó por la aparición de nuevas tecnologías en la industria textil y metalúrgica y en grandes mejoras en los métodos de obtención y elaboración de materias primas (Landes, 1979). Sin embargo, en un sentido más general la transformación fundamental fue la sustitución de herramientas por máquinas.

Por su parte, la segunda Revolución Industrial estuvo atravesada por el surgimiento de nuevos productos (motor de combustión interna), procesos (fundición de acero eficiente), industrias (química) y tecnologías de la información (invención del teléfono, difusión del telégrafo). La diferencia esencial entre la segunda Revolución Industrial con su antecesora radica en la “importancia decisiva del conocimiento científico para producir y dirigir el desarrollo tecnológico”, lo que comienza a advertirse paulatinamente desde la segunda mitad del siglo XIX (Castells, 1999).

El papel del trabajo en el capitalismo industrial no puede comprenderse por fuera de esta centralidad que adquiere la maquinaria en el modelo de producción fabril. En el siglo XIX, cuando se consolida la transición de la producción artesanal y manufacturera a la “Gran Industria”, se produce un cambio sustancial en la relación entre el trabajo y los medios de producción. De acuerdo con Braverman (1980), el artesano era el depositario principal del conocimiento técnico en una actividad con una escasa división de tareas, en la que el maestro de oficio utilizaba constantemente conocimientos científicos rudimentarios, como los cálculos de fuerzas, potencias, velocidades, instrumental matemático, diseño, etcétera, en la práctica diaria de su oficio. Marx explicaba que en el trabajo artesanal la ejecución mediante los instrumentos o herramientas se hacía con amplia autonomía por parte del trabajador y que con la manufactura –que se superpone parcialmente con el artesanado– el contenido del trabajo pierde autonomía y el uso de las herramientas se va haciendo más especializado.³ Esto da lugar, según Marx, a la emergencia del “obrero parcial”. La máquina revoluciona la producción destruyendo la cooperación basada en la división del trabajo propia de la manufactura y transforma al obrero en un apéndice de la máquina (Marx, 1973 [1867]: 349). La acción del hombre no se ejerce más de manera directa sobre los objetos de trabajo sino de manera indirecta sobre las máquinas.

La máquina aumentó la división del trabajo en un grado de complejidad desconocido hasta el momento, dando lugar a una especialización de nuevo tipo. Sin embargo, el problema principal para el capitalista era

³ En su clásico ejemplo sobre la manufactura de alfileres, Smith señalaba que, en el marco de esta nueva división del trabajo, la atención del hombre “se concentra naturalmente en un solo y simple objeto” (Smith, 1997 [1776]: 12). De acuerdo con el autor, las ventajas de la división del trabajo son el aumento de la destreza de cada obrero individual, el ahorro del tiempo perdido en el paso de un trabajo a otro y la invención de máquinas que faciliten el trabajo. En cada paso se crea trabajo fragmentario y, fundamentalmente, se ahorra tiempo de trabajo, aumentando la productividad.

que no podía aprovechar completamente todo el potencial del trabajo humano, ya que buena parte de él quedaba fuera de su alcance al no poder asumir directamente el control del proceso de trabajo. Será recién a inicios del siglo XX, con el surgimiento del taylorismo –que da origen a la llamada Organización Científica del Trabajo–, que se introduce un cambio fundamental en el *control* del proceso de trabajo al buscar imponer al obrero *la manera precisa* en que debe ser realizado el trabajo, eliminando en la medida de lo posible la “porosidad de la jornada de trabajo” –los tiempos muertos–, lo que reducía el poder y la iniciativa obrera mientras buscaba vencer la tendencia natural de los obreros a la “flojera” (Braverman, 1980). El objetivo básico del taylorismo era obtener economías de tiempo, es decir, aumentar la *velocidad* del trabajo (Neffa, 1990), para lo cual era necesario primero conocer el modo en que se hacen los productos. Por esta misma razón, el taylorismo asoma como la forma más avanzada hasta ese momento de expropiación de los saberes obreros en beneficio del capital. “Esta separación entre la actividad laboral y la subjetividad del trabajador –afirman Lebert y Vercellone (2011:38)– es el resultado de un proceso de codificación del conocimiento: es la condición que permite la objetivación del trabajo mismo dentro de tareas descriptibles y medibles según los criterios del cronómetro”.

De este modo, el taylorismo expresa y promueve una de las tendencias básicas de la organización del trabajo durante el capitalismo industrial: la separación de las tareas de concepción de las de ejecución. En efecto, de acuerdo con los principios de Taylor el trabajo mental debía ser removido del taller y concentrado en la gerencia, aunque se trate, al menos en parte, de la sistematización de conocimientos que el obrero ya poseía. De esta forma, el trabajo era desprovisto cada vez más de su complejidad, vaciado de contenido, de calificación o de conocimiento científico, produciendo como principal efecto la descalificación de los trabajadores, esto es, la degradación de la capacidad técnica del obrero en comparación con el artesano o el trabajador de oficio. El fordismo no cambió de manera sustantiva el proceso de trabajo sino que, al incorporar la cadena de montaje, profundizó aún más la separación entre las tareas de concepción y las de ejecución. La cadencia o ritmo de trabajo fue impuesta por los ingenieros y los trabajadores debían acompañar dicho movimiento (Míguez, 2009: 186). A su vez, y en el marco de la madurez del propio capitalismo industrial, el creciente grado de desarrollo de los bienes de capital apuntaba precisamente a reducir el peso del tra-

bajo vivo en los procesos de producción, lo que se traducía en una mayor automatización de los procesos industriales.

En suma, la incorporación del conocimiento en nuevas maquinarias de naturaleza mecánica impulsadas por fuentes de energía inanimadas tuvo un papel decisivo en la configuración del proceso de valorización durante el capitalismo industrial (Dabat, 2006). Desde el punto de vista del trabajo, el conocimiento productivo tendía a concentrarse en las tareas de concepción, en el trabajo de administración y organización de los procesos productivos llevados adelante por *managers* e ingenieros, mientras que los operarios, crecientemente descalificados, se ocupaban de tareas manuales con mucho menor contenido intelectual. La creación de máquinas que producen máquinas era obra de ingenieros que estudiaban y perfeccionaban los métodos de producción, desarrollando el proceso técnico cuya dirección, sentido y administración correspondía a los *managers*. La innovación tecnológica era progresivamente eliminada de la fase de producción-ejecución y el trabajo intelectual se volvía prerrogativa de una componente minoritaria de la fuerza de trabajo, especializada en las actividades de concepción y generación del conocimiento (Lebert y Vercellone, 2006).

El papel del conocimiento en el proceso de creación de valor sufre un cambio significativo en el marco de la transición hacia un nuevo sistema histórico de acumulación. Para analizar la especificidad de este proceso en el nuevo capitalismo, debemos abordar nuevamente tanto las transformaciones de los medios de producción como las del proceso de trabajo. Desde el punto de vista de Castells (1999), las tecnologías de la información y la comunicación son los nuevos y poderosos instrumentos de trabajo correspondientes al modo de desarrollo informacional del capitalismo. En términos de Dabat (2006), en cambio, no se trata tanto de la importancia directa de las nuevas tecnologías sino de cómo estas constituyen la base de nuevos medios de producción de carácter electrónico-informático, cuya naturaleza flexible y reprogramable marca un salto cualitativo en su potencial productivo con respecto a la típica maquinaria mecánica del capitalismo industrial. El salto fundamental, en este sentido, es el conjunto de dispositivos electrónico-informáticos con base en las computadoras desarrolladas desde los años setenta, que permiten una revolucionaria capacidad de almacenamiento, procesamiento y transmisión de la información.

A su vez, Castells (1999) señala que el impacto de esta última revolución tecnológica es muy superior al de las anteriores. Aquellas se dieron en so-

ciedades específicas y se difundieron en áreas geográficas relativamente limitadas y a un ritmo mucho más lento si lo comparamos con la revolución en curso, que además se extendió a la mayor parte del planeta desde los años ochenta y más aceleradamente desde los años noventa. Castells señala que en las nuevas tecnologías de la información (que “no son solo herramientas que aplicar, sino procesos a desarrollar”) el conocimiento se aplica a aparatos de generación de conocimiento y procesamiento de información, en un círculo de retroalimentación acumulativo entre la innovación y sus usos. Siguiendo a Rosenberg (1982), señala que en esta nueva etapa los usuarios innovan *creando* tecnología –se la apropian y la redefinen– y no solo, como en las etapas anteriores, *usándola*. La innovación tecnológica no es un acontecimiento aislado sino que

... refleja un estado determinado de conocimiento, un entorno institucional e industrial particular, una cierta disponibilidad de aptitudes para definir un problema técnico y resolverlo, una mentalidad económica para hacer que esa aplicación sea rentable, y una red de productores y usuarios que puedan comunicar sus experiencias en forma acumulativa, aprendiendo al utilizar y crear (Castells, 1999: 63).

En un sentido similar, Lev Manovich –teórico de artes visuales de la Universidad de California– sostiene que las nuevas tecnologías de la información y comunicación constituyen nuevos medios de producción. Si estos son, ante todo, mediaciones entre el hombre y la naturaleza, entre sujeto y objeto, que alteran nuestra experiencia sensible del mundo, los nuevos medios de comunicación e información son mediaciones de nuevo tipo que alteran mucho más nuestra experiencia del mundo, pero no necesariamente empobreciéndola, como sostenían los teóricos de la Escuela de Frankfurt, sino multiplicándola. Desde la perspectiva de Manovich se trata de una verdadera revolución que supone el desplazamiento de toda cultura hacia formas de producción, distribución y comunicación mediatizadas por la computadora. La revolución de los medios informáticos afecta a todas las fases de la comunicación (captación, manipulación, almacenamiento y distribución) así como a los medios de todo tipo, ya sean textos, imágenes fijas y en movimiento, sonido o construcciones espaciales. La retroalimentación es creciente y da lugar a una ruptura en el modo de producir del capitalismo, una nueva relación trabajo/medios de producción ya que todos los nuevos medios se traducen en datos numéricos a los que se puede acceder y reconfigu-

rar a través de una computadora, es decir, datos informáticos que se han vuelto computables (Manovich, 2006: 65).

Desde la perspectiva de la corriente del capitalismo cognitivo, el elemento fundamental a considerar es la generalización y centralidad que tiene el conocimiento dentro de “una organización de la producción que tiende cada vez más a superar los límites de las empresas y a convertirse en producción social” (Fumagalli, 2010: 85). Esto implica, como sostiene Vercellone (2011), que es cada vez más “atrás” de la esfera del trabajo asalariado y del universo mercantil, en la sociedad, y en particular en el sistema de formación e investigación, donde se encuentran la clave de la productividad y del desarrollo de la riqueza social.

En un sentido similar, Virno (2003: 108-109) sostiene que

... la cooperación productiva de la que participa la fuerza de trabajo es cada vez más amplia y rica que la puesta en acción en el proceso laboral. Comprende también al no trabajo, las experiencias y conocimientos madurados fuera de la fábrica y del oficio. La fuerza de trabajo valoriza al capital solamente porque no pierde ya su calidad de no trabajo—es decir, su inherencia a una cooperación productiva más rica que aquella integrada al proceso laboral estrechamente acordado—.

En esta perspectiva, la ruptura en la propia naturaleza del proceso de creación de valor con respecto al capitalismo industrial se verifica en este desacople entre “tiempo de producción” y “tiempo de trabajo”.⁴

Por su parte, Vercellone propone abordar esta mutación histórica a partir del desarrollo de una “intelectualidad difusa” emergente de la elevación de los niveles generales de formación de los trabajadores como resultado de la escolarización de masas típica del *Welfare State*. En este marco, se produce el pasaje hacia una división “cognitiva” del trabajo basada sobre los saberes y la polivalencia de una fuerza de trabajo capaz de maximizar la capacidad del aprendizaje, de innovación y de adaptación a una dinámica de cambio continuo. Esta nueva gran metamorfosis del capitalismo tiene su origen en una inversión de la tendencia a la pola-

⁴ “En el posfordismo—sostiene Virno (2003: 119)—el ‘tiempo de producción’ comprende el tiempo de no trabajo, la cooperación social que enraíza en él. Denomino entonces ‘tiempo de producción’ a la unidad indisoluble entre vida retribuida y vida no retribuida, trabajo y no trabajo, cooperación social manifiesta y cooperación social sumergida. El ‘tiempo de trabajo’ es solo un componente, y no necesariamente el más relevante, de ‘tiempo de producción’ así entendido”.

rización de saberes propia del capitalismo industrial, en una evolución que tiende a romper los límites bien definidos entre concepción y ejecución característicos de ese sistema histórico de acumulación (Vercellone, 2011: 97-101).

Una implicancia fundamental que surge de esta disociación entre tiempo de trabajo y tiempo de producción es que la medida de la productividad no puede apoyarse más sobre parámetros objetivos. Como señala Marazzi:

La definición clásica de la productividad, esto es, el valor de los productos acabados en relación con el coste de los factores de producción (trabajo y/o capital invertido), ya no tiene ningún significado operativo [...] Lo que mide la productividad, por el contrario, es un conjunto de factores que caracterizan el espacio socio-regional y que trascienden, pues, al trabajador aislado, permitiéndole ser creador de riqueza *en tanto que miembro de una colectividad* (Marazzi, 2003: 65-66).

De este modo, el desarrollo y la difusión de los medios de producción electrónico-informáticos y el devenir cognitivo del trabajo son los elementos centrales que definen la ruptura histórica en el papel del conocimiento en la instancia de creación de valor durante la transición del capitalismo industrial al nuevo capitalismo.

La instancia de apropiación del valor

El análisis del papel del conocimiento en el proceso de valorización no se agota en su contribución en el proceso de trabajo. En efecto, una vez que el conocimiento se objetiva en un bien que tiene entidad independiente del trabajo necesario para su creación, el proceso de valorización capitalista no está completo hasta que la mercancía no se realiza en la esfera de la circulación en el mercado. Planteado desde una perspectiva centrada en la apropiación del valor creado, en esta instancia juegan un papel central el grado de diferenciación del conocimiento objetivado en el producto y la facilidad técnica e institucional con que este puede ser reproducido (imitación o copia) por terceros.

Durante el capitalismo industrial el foco competitivo de las firmas estaba asociado, de manera dominante, a la mejora de los procesos más que a la diferenciación de productos. El conocimiento se integraba al pro-

ceso de trabajo a través de dos vías principales: por un lado, objetivado en los medios de producción y, por otro, en el trabajo de concepción de un proceso de creciente complejidad orientado a la producción de bienes de escasa diferenciación. Desde este punto de vista, los conocimientos fundamentales para el proceso de valorización estaban más vinculados con las innovaciones de proceso que con las de producto y la cuestión de la propiedad intelectual, aunque presente, no tenía la significación que fue adquiriendo con el desarrollo del nuevo capitalismo (Sztulwark, Míguez y Juncal, 2011).

Esta característica del capitalismo industrial se corresponde, a su vez, con un nivel básico de diferenciación de los gustos de los consumidores y un extenso ciclo de vida de los productos en el mercado, cuyo trasfondo es un bajo nivel de segmentación de la demanda.⁵ Este papel pasivo del consumidor en el proceso de valorización es definido con claridad por Schumpeter en su libro *Ciclos económicos* de 1939: “La gran mayoría de los cambios que han tenido lugar en las mercancías consumidas han sido impuestos por los productores a consumidores que, más a menudo que lo contrario, se han resistido al cambio y han tenido que ser educados por elaboradas psicotécnicas de publicidad” (Schumpeter, 2002 [1939]: 50).

El autor menciona el fenómeno de la moda, pero inmediatamente aclara: “este tipo de hechos no es suficientemente importante para ser esencial” (Schumpeter, 2002 [1939]: 51). Esta resistencia “cultural” al cambio por parte de los consumidores y el carácter acotado de los fenómenos de la moda son los atributos centrales que definen el papel esencialmente pasivo de los consumidores en el proceso de valorización del capitalismo industrial.

En cambio, el grado de diferenciación del conocimiento objetivado en los productos se amplía notablemente en el marco del nuevo capitalismo. Las innovaciones de producto ocupan en este nuevo contexto histórico el centro de la construcción de rentas, desplazan a las innovaciones de proceso—el corazón de la dinámica del capitalismo industrial— a un lugar subordinado, reflejando lo que Piore y Sabel (1984) llamaban el “pasaje del consumo en masa al consumo especializado”.

⁵ Esta situación no tuvo un carácter estático. Por el contrario, con la madurez del capitalismo industrial y, en particular, con el desarrollo de bienes de consumo durables, a partir de la segunda mitad del siglo XX se registraría un proceso sostenido de diferenciación de productos, fenómeno que dio lugar (sobre fines de los años sesenta y principios de los setenta) a los escritos pioneros sobre la sociedad posindustrial (Touraine, 1973; Bell, 1976).

Las rentas de innovación, por lo tanto, tienen que ver con una nueva segmentación de la demanda, que va desde el producto básico (modelos sencillos producidos a muy alto volumen y bajo costo) hacia la diferenciación por calidad, variedad o adaptabilidad, que tiene como trasfondo una tendencia histórica hacia la ampliación de la gama de productos y la proliferación de nichos (Pérez, 2010). Esta mayor diferenciación de producto está asociada, a su vez, al hecho de que en el nuevo capitalismo la realización monetaria ya no puede basarse –al menos no plenamente– en la extensión cuantitativa de mercado (“saturación de la demanda”) sino más bien en el incremento en la tasa de sustitución de las mercancías. De este modo, si en el capitalismo industrial la estabilidad en el consumo era uno de los pilares de la realización monetaria, en el nuevo capitalismo es la inestabilidad y la dinámica de cambio de los gustos lo que determina los resortes de esa realización (Fumagalli, 2010).

Este aumento en el contenido cognitivo de los bienes sigue dos caminos complementarios. Por un lado un camino propiamente informacional (o posindustrial), ligado al carácter electrónico-informático de los nuevos medios de producción y de los bienes en que ese contenido se objetiva. Por su propia materialidad, el soporte electrónico-informático amplía radicalmente el potencial para almacenar, procesar y transmitir información, abriendo un nuevo espacio para la proliferación de objetos “cargados” de contenido informacional. El software es el ejemplo paradigmático de esta vía de innovación (Castells, 1999; Dabat, 2006).

El segundo camino de transformación cognitiva de los bienes tiene que ver con su contenido simbólico. En esta instancia se requiere considerar no solo la producción de valores de uso más especializados, sino también el “valor de signo” (o imagen) que se encarna en los objetos materiales y que le otorga una creciente capacidad de significación (Lash, 1997). Esta nueva intensidad de diseño de los productos implica que la producción no solo está más penetrada de conocimiento, sino que se vuelve más cultural: “lo que está en juego no es una primacía novedosa del procesamiento de información, sino capacidades más genéricas de procesamiento de símbolos” (Lash y Urry, 1998: 173).

Este carácter crecientemente simbólico de la producción hace que la realización monetaria de los productos del nuevo capitalismo esté asociada a la construcción de imaginarios que impulsan determinados estilos de vida. En este marco, el consumo aparece dominado por convenciones cada vez más precisas y al mismo tiempo más dinámicas (Fumagalli, 2010). De este modo, el carácter cognitivamente diferenciado

de los bienes tiene que ver con un carácter especializado, pero también “reflexivo”. Esta reflexividad es inherente a un radical fortalecimiento de la individuación en la modernidad tardía.⁶

El segundo elemento a destacar en la instancia de apropiación en el nuevo capitalismo es la forma en que se reproduce el conocimiento objetivado en los bienes. Con los nuevos medios de producción electrónico-informáticos, cambia la forma de circulación del conocimiento. El componente codificado (asimilable a información) puede ser transferido a un costo muy bajo o nulo. Sin embargo, para sacar provecho del conocimiento codificado es necesario conocer el código y tener la capacidad de usarlo eficientemente. Y los códigos crecen en complejidad a medida que se incrementa la importancia del conocimiento codificado. En segundo lugar, el componente tácito del conocimiento continúa siendo menos móvil y transferible, a partir de que requiere importantes interacciones cara a cara. La generación de conocimiento en campos específicos tiende a concentrarse en algunos nodos, donde se aglomeran competencias (Archibugi y Pietrobelli, 2003; Ernst y Lundvall, 1997).

De este modo, mientras un proceso productivo de alta complejidad es de muy difícil replicación por la competencia, en la medida en que el producto de ese proceso sea un conocimiento codificado es posible que un tercero pueda reproducirlo a muy bajo costo, sin tener la necesidad de replicar el saber que lo hizo posible. Esta asimetría entre el costo de reproducción del conocimiento y el de la información es un elemento fundamental a considerar a la hora de analizar la apropiación de la renta en el actual contexto histórico (Sztulwark, 2012).

Para comprender la naturaleza de ese fenómeno nos apoyaremos en la contribución de Enzo Rullani (2000), para quien el hecho de que la naturaleza del conocimiento como bien difiera de la de los bienes característicos del capitalismo industrial⁷ obliga a repensar los términos con que los economistas neoclásicos y marxistas pensaron la

6 Como afirman Lash y Urry (1998: 86), “en nuestros días el consumo ha adquirido relevancia para la propia formación de identidad. Aun en las sociedades tradicionales existía una pluralidad, por ejemplo, de estilos de vestimenta. Pero estos reconocían una distribución simbólica con arreglo a posiciones sociales específicas. En cambio, en la modernidad tardía los estilos de vestimenta responden mucho más a una personalidad que a una posición social. Sugieren una mayor libertad respecto de la distribución simbólica de posiciones en lo social”.

7 En realidad el conocimiento nunca puede ser un bien. El análisis de Rullani solo es consistente si se entiende que existen algunos bienes en los que es posible separar el soporte del contenido, y que lo fundamental del valor de ese bien está en el conocimiento que se objetiva en él. Estos bienes cognitivos o informacionales contrastan con los

cuestión de la valorización en el marco del capitalismo industrial. El punto medular es que, con la emergencia de medios de producción informáticos, el conocimiento codificado puede ser reproducido a un costo prácticamente nulo. El conocimiento, por lo tanto, “tiene valor de uso pero no tiene valor-costo de referencia que pueda ser empleado como referente para determinar el valor de cambio y funcione bien como costo marginal (teoría neoclásica) o bien como costo de reproducción (teoría marxista)” (Rullani, 2000: 2). Así, el costo de producción del conocimiento es sumamente incierto (pues el proceso de aprendizaje tiene una naturaleza aleatoria) pero sobre todo difiere radicalmente de su costo de reproducción.

Rullani extrae importantes conclusiones de esta constatación: en una economía competitiva, el valor de cambio de una mercancía cuyo costo de reproducción es nulo tiende inevitablemente a cero. El valor de cambio del conocimiento está entonces enteramente ligado a la capacidad práctica de limitar su difusión libre, es decir, de limitar con medios jurídicos (patentes, derechos de autor, licencias, contratos) o monopolistas la posibilidad de copiar, de imitar, de aprender de conocimientos de otros. En otros términos: el valor del conocimiento no es el fruto de su escasez natural.⁸ Por el contrario, sigue el autor, “la escasez del conocimiento, eso que le da el valor (de cambio), tiene, así, una naturaleza artificial: ella deriva de la capacidad de un poder, cualquiera que sea su género, de limitar temporalmente su difusión y reglamentar el acceso”. Coincidimos con Rullani, David y Foray (2002) cuando señalan que la “pasión súbita y desenfrenada” por la propiedad privada en el campo de los conocimientos ha creado una situación paradójica: “se procura crear un rareza artificial en una esfera en la que la abundancia es la regla natural”.

De este modo, la economía del conocimiento aparece como una economía de la velocidad y el acceso. La valorización del conocimien-

bienes típicos del capitalismo industrial en los que contenido y soporte constituían una unidad inseparable.

8 Moulier-Boutang (2004) plantea al respecto: “la reproducción indefinida del conocimiento con un coste casi nulo hace prácticamente inoperantes, inaplicables, las reglas y las sanciones previstas para obligar a los consumidores a pagar [...]. Los bienes como el saber y la información no presentan los caracteres de exclusividad, de rivalidad, de divisibilidad, de cesibilidad, de dificultad de reproducción y de escasez que permitirían mercantilizar su uso, su fruto y su reproducción y, de esa suerte, hacer aplicables los derechos de propiedad de modo efectivo”. De ahí surge “la imposibilidad de clasificar a los bienes como exclusivos y rivales y, por lo tanto, privatizables”.

to requiere que este pueda difundirse lo más ampliamente posible, sin que devenga patrimonio común (socialización). Para valorizarlo, el propietario del conocimiento debe mantener el control del proceso, acelerando la difusión y ralentizando su socialización. El valor del conocimiento –define Rullani (2000)– depende, en cada momento, de la brecha que llega a mantenerse entre la velocidad de la difusión y la de la socialización.

Este hecho pone en primer plano que la apropiación de rentas económicas en actividades informacionales está asociada a la posibilidad de ejercer un control económico sobre la difusión de la innovación. Esto obliga a los agentes implicados en la producción de activos de conocimiento a desarrollar estrategias específicas para convertir esa ventaja productiva en renta económica. Una vía es el establecimiento de condiciones monopólicas “de hecho”, tales como el secreto industrial, el desarrollo de marca, la posesión de activos complementarios, la velocidad de innovación o las ventajas de aprendizaje. En segundo lugar, la creación de condiciones de apropiación de naturaleza institucional. Por un lado, las de carácter legal, asociadas al establecimiento y aplicación (grado de *enforcement*) de derechos de propiedad intelectual. Pero también, y no menos importante, a las condiciones de gobernanza internas a la cadena de producción: a la capacidad de una firma de construir, mantener y desarrollar redes que regulen el acceso al conocimiento (Sztulwark, 2012).

En suma, tanto por el tipo de conocimiento involucrado como por las condiciones de reproducción de los bienes en que se objetiva el conocimiento, durante el capitalismo industrial los problemas de apropiación no tenían un carácter central en el proceso de *valorización*. Probablemente, esto explique por qué tanto Marx como Schumpeter, dos grandes teóricos del desarrollo capitalista, no han problematizado lo suficiente esta cuestión. En cambio, en el nuevo capitalismo la problemática de la apropiación de la renta de innovación adquiere una nueva centralidad, de la mano de una mayor diferenciación cognitiva de los bienes, ya sea en su aspecto informacional o simbólico, y por las propiedades materiales del soporte en el que el conocimiento circula y se reproduce. Estos elementos hacen que en el nuevo capitalismo el problema de la apropiación sea un punto crítico en el proceso de valorización capitalista, conformando uno de los elementos de ruptura más evidentes con respecto a lo que ocurría en el capitalismo industrial.

Conclusiones

A lo largo de este recorrido analizamos la ruptura histórica en el papel del conocimiento en el proceso de valorización a nivel mundial, con la premisa de que este elemento resulta fundamental para comprender la transición desde el capitalismo industrial hacia un nuevo sistema histórico de acumulación que en este trabajo llamamos “nuevo capitalismo”.

Desde un punto de vista general, en el nuevo capitalismo los vectores sobre los que se verifica una ruptura en el papel del conocimiento en el proceso de creación de valor con respecto al capitalismo industrial son: i) la generalización de medios de producción de carácter electrónico-informático, que potencian las funciones intelectuales del trabajo y permiten una transformación revolucionaria en las capacidades de almacenar, procesar y transmitir información, ii) el carácter dominante del trabajo cognitivo que implica una integración entre las tareas de ejecución y las de concepción y una amplia movilización de saberes, en particular de las capacidades de comunicación y reflexión, y iii) el desarrollo de una acumulación de tipo reflexiva, que surge como respuesta a nuevos patrones de consumo crecientemente especializados y sujetos a una nueva “intensidad de diseño”. Si en el capitalismo industrial la estabilidad en el consumo era uno de los pilares de la realización monetaria, en el nuevo capitalismo es la inestabilidad y la dinámica de cambio de los gustos lo que determina los resortes de esa realización.

Por su parte, el problema de la correspondencia entre el valor creado y su apropiación se presenta en esta etapa con más fuerza por las características específicas del proceso de acumulación. En el capitalismo industrial estas consideraciones eran menos relevantes dado el reducido grado de diferenciación del conocimiento objetivado en los bienes y las condiciones tecnológicas e institucionales de reproducción del conocimiento, propias de ese sistema histórico de acumulación. En cambio, en el nuevo capitalismo, dadas las particulares condiciones de reproducción del conocimiento cuando se objetiva en un soporte electrónico-informático y el creciente grado de diferenciación del contenido cognitivo de los bienes, el problema de la conversión del valor creado en el proceso de producción en una renta de innovación asume un carácter estratégico.

En este marco, el elemento fundamental a considerar es la contradicción entre las fuentes difusas de la creación de valor, que incluyen pero que exceden el restringido marco de la empresa capitalista, y el móvil de la acumulación de un capitalismo de base cognitiva: la apropiación

privada de rentas de innovación. Las implicancias del despliegue de este conflicto sobre los fundamentos con los que tradicionalmente se pensó el desarrollo económico y social no deberían ser subestimadas.

Bibliografía

- Archibugi, D. y Pietrobelli, C. (2003). “The Globalization of Technology and Its Implications for Developing Countries. Windows of Opportunity or Further Burden?”. *Technological Forecasting and Social Change*, n° 70.
- Arrow, K. (1962). “Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention”. En *The Rate and Direction of Inventive Activity*. Princeton: Princeton University Press.
- Bell, D. (1976). *El advenimiento de la sociedad post-industrial*. Madrid: Alianza.
- Braverman, H. (1980). *Trabajo y capital monopolista*. México: Nuestro Tiempo.
- Castells, M. (1999): *La era de la información. Economía, sociedad y cultura. Volumen. 1. La sociedad red*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Chesnais, F. (2001). *La mundialización financiera. Génesis, costo y desafíos*. Buenos Aires: Losada.
- Coriat, B. (1991). *Pensar al revés. Trabajo y organización de la empresa japonesa*. México: Siglo XXI.
- Dabat, A. (2006). “Capitalismo informático y capitalismo industrial. Acercamiento al perfil histórico del nuevo capitalismo”. *Economía Informa*, n° 338, enero-febrero.
- Dabat, A. y Rivera, M. A. (2004). “Nuevo ciclo industrial mundial e inserción internacional de países en desarrollo”. En Dabat, A.; Rivera, M. A. y Wilkie, J. (comps), *Globalización y cambio tecnológico. México en el nuevo ciclo industrial mundial*. México: Universidad de Guadalajara, UNAM, UCLA Program on Mexico, PRFOMEX, Juan Pablos Editor.
- David, P. y Foray, D. (2002). “Economics Fundamentals of the knowledge society”. *Discussion Paper* n° 01-14. Stanford Institute for Economic Policy Research, Stanford University.

- Dieuaide, P., Paulré, B. y Vercellone, C. (2007): “Introducción al capitalismo cognoscitivo”. En Rivera Ríos, M. A. y Dabat, A., *Cambio histórico mundial, conocimiento y desarrollo. Una aproximación a la experiencia de México*. México: UNAM.
- Duménil, G. y Lévy, D. (2002). “Salida de crisis, amenaza de crisis y nuevo capitalismo”. Disponible en <http://www.cepremap.ens.fr/levy/>
- Ernst, D. y Lundvall, B.Å. (1997). “Information Technology in the Learning Economy: Challenges for Developing Countries”. *DRUID Working Paper* 97-11. Department of Business Studies, Aalborg.
- Foray, D. y Lundvall, B. Å. (1996). “The Knowledge-Based Economy: From the Economics of Knowledge to the Learning Economy”. En Foray, D. y Lundvall, B. Å. (comps.), *Employment and Growth in the Knowledge-Based Economy*. París: OECD Documents.
- Fumagalli, A. (2010). *Bioeconomía y capitalismo cognitivo*. Madrid: Traficantes de Sueños.
- Hardt, M. y Negri, A. (2002). *Imperio*. Buenos Aires: Paidós.
- Landes, D. (1979). *Progreso tecnológico y revolución industrial*. Madrid: Tecnos.
- Lapavistas, C. (2010). *El capitalismo financiarizado*. Madrid: Maia.
- Lash, S. (1997). *Sociología del posmodernismo*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Lash, S. y Urry, J. (1998). *Economías de signo y espacio*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Lebert, D. y Vercellone, C. (2011). “El rol del conocimiento en la dinámica de largo plazo del capitalismo”. En Vercellone, C., *Renta, saber y valor en el capitalismo cognitivo*. Buenos Aires: Prometeo
- Lundvall, B. Å. (1992). *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Nueva York: Pinter.
- Manovich, L. (2006). *El lenguaje de los nuevos medios de comunicación*. Buenos Aires: Paidós.
- Marazzi, C. (2003 [1994]). *El sitio de los calcetines*. Madrid: Akal.
- Marx, K. (1972 [1857]). *Elementos fundamentales para la crítica de la economía política (Grundrisse)*. México: Siglo XXI.
- (1973 [1867]). *El Capital. Crítica de la economía política*. México: Fondo de Cultura Económica.

- Míguez, P. (2009). “La relación formación-calificación en los procesos de trabajo. Oficio, trabajo industrial y automatización”. *Miríada. Investigación en Ciencias Sociales*, n° 3, julio-diciembre. IDICSO-Universidad del Salvador, Buenos Aires, Argentina.
- Moulier-Boutang, Y. (2004). “Riqueza, propiedad, libertad y renta en el capitalismo cognitivo”. En Moulier-Boutang, Y. et al., *Capitalismo cognitivo. Propiedad intelectual y creación colectiva*. Madrid: Traficantes de Sueños.
- Neffa, J. (1990). *El proceso de trabajo y la economía de tiempo. Contribución al análisis crítico de Karl Marx, F. W. Taylor y H. Ford*. Buenos Aires: CREDAL/CNRS, Humanitas.
- Nelson, R. (1959). “The Simple Economics of Basic Scientific Research”. *Journal of Political Economy*, vol. 67, n° 3, pp. 297-306.
- Pérez, C. (2004). *Revoluciones tecnológicas y capital financiero: La dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza*. México: Siglo XXI.
- (2010). “Dinamismo tecnológico e inclusión social en América Latina: una estrategia de desarrollo productivo basada en los recursos naturales”. *Revista de la CEPAL*, n° 100, abril.
- Piore, M. y Sabel, C. (1984). *The Second Industrial Divide*. Nueva York: Basic Books.
- Richta, R. (1971). *La civilización en la encrucijada*. México: Siglo XXI.
- Rosenberg, N. (1982). *Inside the Black Box: Technology und Economics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rullani, E. (2000): “Le capitalisme cognitif: du déjà-vu”. *Multitudes*, n° 2, pp. 87-94.
- Schumpeter, J. A. (2002 [1939]). *Ciclos económicos. Análisis teórico, histórico y estadístico del proceso capitalista*. Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.
- (1996 [1942]). *Capitalismo, socialismo y democracia*. Barcelona: Folio.
- Smith, A. (1997 [1776]). *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*. México: Fondo de Cultura Económica.

- Sztulwark, S. (2012). *Rentas de innovación en cadenas globales de producción. El caso de las semillas transgénicas en Argentina*. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Sztulwark, S.; Míguez, P. y Juncal, S. (2011). “Conocimiento y valorización en el capitalismo industrial”. *Revista de Historia de la Industria, los Servicios y las Empresas en América Latina*, año 5, n° 9, segundo semestre.
- Teece, D. (1986). “Profiting from Technological Innovation”. *Research Policy*, vol. 15, n° 6.
- Touraine, A. (1973). *La sociedad Postindustrial*. Barcelona: Ariel.
- Vence Deza, X. (1995). *Economía de la innovación y del cambio tecnológico*. Madrid: Siglo XXI.
- Vercellone, C. (2011). *Capitalismo cognitivo. Renta, saber y valor en la época posfordista*. Buenos Aires: Prometeo.
- Virno, P. (2003). *Gramática de la multitud*. Buenos Aires: Colihue.

Capítulo 25

Tecnología, heterogeneidad y crecimiento: una caja de herramientas estructuralista*

Mario Cimoli y Gabriel Porcile

Introducción

En este capítulo se presentan algunas ideas clave del estructuralismo latinoamericano por medio de un conjunto muy acotado de ecuaciones y gráficos. El texto pretende ser un instrumento didáctico (que pueda usarse como apoyo en cursos de economía del desarrollo) y una caja de herramientas para pensar los efectos de ciertas políticas y *shocks* sobre el crecimiento y la distribución del ingreso en economías en desarrollo. Se busca así contribuir a una rica e importante corriente del pensamiento sobre desarrollo económico como lo es el estructuralismo, destacando sus altos niveles de articulación interna, su originalidad y sus vínculos con otras teorías heterodoxas del crecimiento y la distribución, tales como las teorías keynesiana, poskeynesiana y evolucionista.

Naturalmente, no es posible, dentro de los límites de este trabajo, hacer justicia a toda la riqueza de la tradición estructuralista. Nuestro punto focal se circunscribe a la relación entre tecnología, crecimiento y heterogeneidad estructural. No se superpone, por lo tanto, con trabajos de lectura obligatoria para los estudiosos del estructuralismo, como Rodríguez (1980, 2007), Fajnzylber (1990) y Bielshowski (2009). Tampoco comprende los avances recientes en macroeconomía estructuralista (Ocampo *et al.*, 2009; Ffrench-Davis,

* Las secciones 1 y 2 del trabajo se basan en Cimoli y Porcile (2010, 2011a y 2011b). Las opiniones son personales y no comprometen las instituciones de los autores del trabajo.

2012) o aquellos que destacan, especialmente, las relaciones entre cambio estructural e igualdad (CEPAL, 2010, 2012). El estructuralismo es una corriente amplia y con diversas ramificaciones, algunas de las cuales se mueven rápidamente (Botta, 2009). Lo que se busca en este texto es complementar los esfuerzos anteriores ofreciendo, de forma sucinta, una parte de su amplio contenido.

El capítulo se organiza de la siguiente forma. En el primer apartado se discuten los conceptos de sistema centro-periferia y heterogeneidad estructural y se define la “condición periférica” (Rodríguez, 2007). El segundo apartado muestra la dinámica de ese sistema y cómo la condición periférica se perpetúa en el tiempo a partir de las interacciones que emergen entre tecnología, empleo, distribución y crecimiento. En el tercero se analiza la microeconomía evolucionista de la macro estructuralista y se argumenta que la literatura evolucionista proporciona instrumentos de gran utilidad para entender los factores que gobiernan la divergencia/convergencia tecnológica (Katz, 1987, 1997; Cimoli y Dosi, 1995). El último apartado utiliza la caja de herramientas estructuralista propuesta en las secciones anteriores para entender los impactos sobre el crecimiento y la distribución de choques que devienen del mercado internacional o de las propias políticas ensayadas en las economías periféricas.

El sistema centro-periferia y la heterogeneidad

El origen: la difusión lenta y desigual del progreso técnico

Toda teoría elige un conjunto de variables relevantes y explicita cómo estas interactúan para generar los hechos estilizados (o regularidades empíricas) que pretende explicar. En el caso de la teoría estructuralista del desarrollo (TED) el desafío es explicar por qué ciertas regiones se mantienen rezagadas desde el punto de vista de sus ingresos por habitante y por qué ese rezago es acompañado por una marcada desigualdad distributiva, tanto dentro de la región rezagada como entre países. En el manifiesto fundacional de CEPAL, Prebisch (1949) elige la difusión “lenta y desigual” del progreso técnico en escala internacional como punto de partida para explicar el origen de las diferencias en el grado de desarrollo entre países. Es a partir del movimiento desigual de la tecnología que

emergen dos estructuras polares, el centro y la periferia, que se perpetúan de manera endógena en el tiempo.¹

Imagínense dos países o regiones que inicialmente no guardan entre sí diferencias significativas en cuanto a sus niveles tecnológicos y de ingreso. Son dos estructuras poco diversificadas en las que el progreso técnico es muy débil y que se reproducen con ajustes pequeños a lo largo del tiempo, a la manera del flujo circular descrito por Schumpeter (1911). Por alguna razón, en un momento dado, en una de ellas (el centro) se inicia un proceso intenso de cambios técnico y estructural, con la adopción de nuevas tecnologías, la implantación de nuevos sectores y la diversificación de la estructura económica, que se va tornando más densa, compleja y diversificada. Como resultado hay un aumento de la tasa de crecimiento de la productividad en el centro, asociada a la acumulación de capital, de conocimientos y a las complementariedades (tecnológicas y productivas) entre sectores. Si bien la dinámica del progreso técnico no es igual en todos los sectores y algunos de ellos logran aumentos de la productividad más altos que otros, dicho progreso tiende a difundirse hacia el conjunto del sistema. La estructura económica que surge de ese proceso es al mismo tiempo diversificada y homogénea: diversificada porque existe en ella un gran número de sectores y un alto grado de división del trabajo y homogénea porque las diferencias de productividad entre sectores no son elevadas ni tienden a ampliarse en el tiempo.

Importa resaltar la notable similitud que esta percepción tiene con la definición de Schumpeter (1911) de desarrollo económico. Para este autor el desarrollo se identifica plenamente con la idea de innovación y con sus efectos sobre la productividad y la estructura productiva, que conllevan la implantación de nuevos sectores, mientras que otros desaparecen bajo el impacto de la “destrucción creadora”. Los *clusters* o agrupamientos de innovaciones generan ciclos largos de crecimiento que alejan la economía del flujo circular. La aparición de gran número de imitadores y de innovaciones secundarias garantiza la continuidad del impulso innovador y la difusión de los incrementos de productividad hacia el conjunto del sistema económico. Gradualmente las rentas monopolísticas obtenidas por los pioneros

¹ Obsérvese además que si bien Prebisch desarrolló sus ideas pensando en grupos de países, estas pueden aplicarse para representar las disparidades del crecimiento regional dentro de un mismo país. Las ideas de Prebisch fueron desarrolladas a lo largo de distintas contribuciones (ver, por ejemplo, Prebisch, 1949, 1955, 1963, 1976, 1981 y 1986).

se diluyen, ya que la difusión de tecnología va erosionando las asimetrías tecnológicas entre las firmas. Para Schumpeter, la reversión cíclica se produce por el agotamiento del ciclo de innovaciones, de modo que con el tiempo el flujo circular vuelve a imponer su rutina dinámica de pequeños ajustes.

La visión cepalina converge con la schumpeteriana, ya que en ambas el desarrollo es impulsado por el cambio estructural y marcado por desequilibrios que redefinen la estructura productiva.² Pero la TED introduce una nueva dimensión en esta reflexión: la posibilidad de que el proceso de destrucción creadora ocurra de manera polarizada, concentrando los efectos creadores solo en algunas partes de la economía mundial. Después del choque generado por la innovación, la economía no retorna a una posición de equilibrio en que todos se benefician de los aumentos de productividad generados por el progreso técnico. Estos se concentran en las economías líderes y en algunos agentes exportadores en la periferia. En esta última, la absorción del progreso técnico (y el proceso de diversificación productiva que le está asociado) penetra algunas capas de su estructura y allí se detiene. Los aumentos de productividad y la diversificación se truncan tempranamente y dan lugar a la heterogeneidad estructural. Esta asimetría básica explica por qué la estructura que emerge en la periferia es heterogénea –hay muy fuertes diferencias de productividad dentro de la estructura productiva– y especializada –se concentra en pocos bienes, generalmente con baja intensidad de conocimientos–. Algunas pocas firmas de nivel mundial convergen en productividad con el centro, pero son como la punta de un iceberg en que la mayor parte de las firmas y del trabajo se encuentra “sumergida”, sin participar de sus polos dinámicos.

La heterogeneidad estructural

La heterogeneidad estructural que caracteriza a la periferia se define como una situación en la que existen amplias diferencias en la produc-

² Sin embargo, las ideas keynesianas tuvieron una influencia mayor que las schumpeterianas en la formulación del pensamiento de Prebisch (sobre la evolución de las ideas de Prebisch, ver Pérez y Vernengo, 2011). Y esta influencia se dio sobre todo como un estímulo a desafiar verdades establecidas, más que como un nuevo marco teórico a partir del cual estudiar los temas del desarrollo.

tividad del trabajo entre sectores de la economía y dentro de cada sector. Estas diferencias son lo suficientemente marcadas como para segmentar el sistema productivo y el mercado de trabajo en estratos cuyas condiciones tecnológicas y de remuneración son fuertemente asimétricas (Pinto, 1976; Sunkel, 1978).³ Ahora bien, diferencias de productividad inter e intrasectoriales no son un rasgo exclusivo de la periferia (Dosi *et al.*, 2010). De hecho, el propio proceso de competencia vía innovación consiste, precisamente, en crear esas diferencias. Posiciones oligopólicas en ramas intensivas en conocimiento se logran por medio de barreras a la entrada asociadas a desniveles en las capacidades tecnológicas de las firmas (algunas innovan y aprenden más rápidamente que otras). Además, como el progreso técnico no avanza a la misma velocidad en todos los sectores de la economía (por ejemplo, tiene un ritmo más intenso en la industria electrónica que en la industria textil), diferencias de productividad emergen continuamente en una economía compleja y diversificada.

Mientras tanto, lo que distingue a la periferia de las economías del centro es que las diferencias de productividad entre estratos son mucho más elevadas en el primer grupo de países que en el segundo.⁴ Más aún, las capas de muy baja productividad absorben parte sustancial del empleo total en la periferia, reflejando la modernización parcial e imperfecta de su sistema productivo. La evidencia sugiere que, en la periferia, los segmentos de más baja productividad muestran un peso más bajo en el PIB y más alto en el empleo total que en las economías avanzadas (ver CEPAL, 2012: 227).

Las razones que explican por qué el progreso técnico no se difunde en la periferia con igual intensidad que en el centro son sin duda una parte central de la TED, sobre la que se vuelve más adelante (tercer apartado). Por el momento interesa detenerse en las consecuencias del rezago periférico en términos de crecimiento y distribución.

³ En algunas versiones la idea de heterogeneidad se asociaba a la de dualismo, que distingue entre trabajadores ocupados en actividades de subsistencia (con productividad marginal cero o negativa) y trabajadores empleados en el sector moderno. Estos dos segmentos muestran niveles cualitativamente distintos de incorporación de capital al proceso productivo y por ende de productividad media del trabajo.

⁴ En CEPAL (2010, cap. 3) se ofrecen evidencias acerca de la existencia de diferencias más elevadas en la productividad del trabajo (entre sectores y firmas) en la periferia que en el centro.

Tecnología y heterogeneidad: una representación gráfica

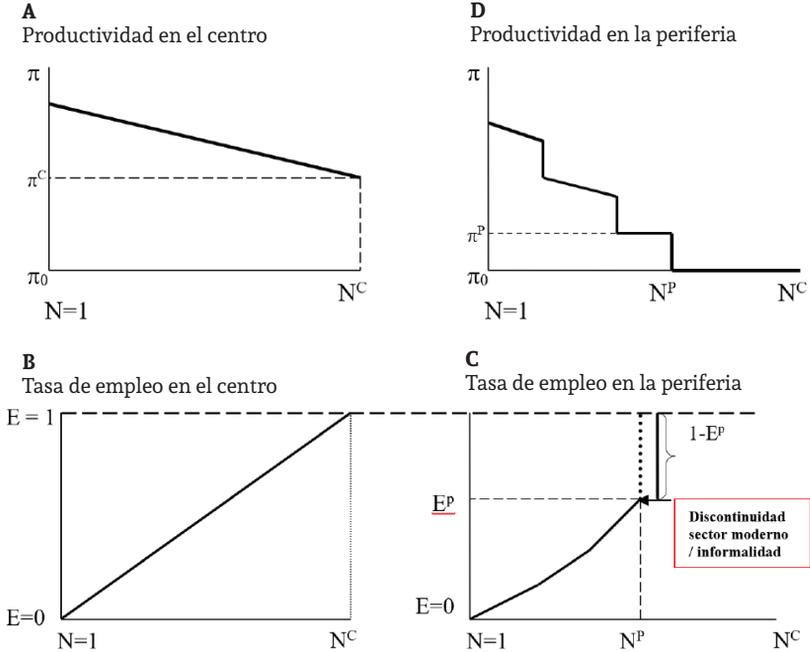
La relación entre progreso técnico, cambio estructural y heterogeneidad puede representarse por medio de cuatro gráficos (ver figura 1) que tienen en las abscisas el número de sectores de la economía (N), y en las ordenadas la productividad del trabajo (cuadrantes A y D, parte superior) y el empleo total acumulado (cuadrantes B y C, parte inferior).

En las ordenadas de los cuadrantes A y D se representa el valor de la productividad del trabajo (π , siendo p_0 el valor en el origen) de cada sector en el centro (cuadrante A) y la periferia (cuadrante D). Las abscisas a su vez muestran una secuencia de números $N = 1, 2, 3, \dots, N^i$, donde cada número representa un sector. El último sector en el centro es $i = N^c$ y en la periferia $i = N^p$, de tal forma que los números N^c y N^p representan el total de sectores en cada polo. El centro tiene una estructura más diversificada, por lo que el número total de sectores es mayor en el centro que en la periferia ($N^c > N^p$). Los sectores están ordenados de forma decreciente según la productividad del trabajo, de modo que el sector 1 es el de más alta productividad y el último sector (N^c en el centro y N^p en la periferia) es el de menor productividad.

Como cada número corresponde a un sector en un ranking decreciente de productividad del trabajo en cada región, los números no necesariamente representan el mismo sector en el centro que en la periferia. El sector $N=1$, el de mayor productividad en la periferia, es probablemente intensivo en recursos naturales, mientras que el sector $N=1$ en el centro es probablemente intensivo en tecnología.

Figura 1. Productividad del trabajo y estructura productiva del centro y la periferia

Productividad del trabajo y estructura



Variables

π = Productividad del trabajo

E = Participación acumulada en el empleo, $0 < E < 1$

N = Número de sectores de la economía ordenados de forma decreciente según la productividad N^C = Total de sectores en el centro

N^P = Total de sectores en la periferia, $N^P < N^C$ (mayor diversificación de la estructura del centro). En el punto (N^P, E^P) del gráfico C hay una discontinuidad, cesa la acumulación de empleo en el sector moderno de la periferia.

E^P = Total del empleo en el sector moderno de la periferia (el empleo residual $1-E^P$ se aloja en el sector de subsistencia con productividad igual a p_0)

p_0 = Productividad del trabajo del sector de subsistencia de la periferia

p^P = Productividad del trabajo del sector N^P de la periferia

π^C = Productividad del trabajo del sector N^C del centro

Fuente: elaboración propia.

Por construcción, la curva de productividad del trabajo es negativamente inclinada con N . Se asume que en el centro esta curva declina a una tasa constante a medida que se va de un sector a otro, sin “saltos” (cuadrante A). En la periferia, en cambio, las variaciones de productividad son abruptas o discontinuas cuando N aumenta (figura 1D); hay “escalones” que reflejan una relación no lineal en el comportamiento de la productividad y que expresan la existencia de barreras tecnológicas, de aprendizaje y de capital, entre sectores y dentro de los sectores, que segmentan fuertemente los estratos de trabajadores.

La inclinación de la curva de productividad es suave en el centro, lo que genera una (relativamente) pequeña diferencia entre el sector de mayor ($N = 1$) y el de menor productividad ($N = N^C$).⁵ Lo opuesto ocurre en la periferia, donde la productividad decrece muy rápidamente y con discontinuidades. Se añade a esto que los sectores que usan tecnología moderna (con grados más altos de dotación de capital y conocimientos) son escasos en la periferia; y después del último sector moderno (N^P) se abre un amplio escalón que conduce a los sectores de subsistencia. Ese escalón está representado por la diferencia entre p^P (la productividad en el “último” sector moderno de la periferia) y p_0 (la productividad en el sector de subsistencia). Obsérvese que hay sectores en la periferia cuya productividad es más alta que la del centro. Sin embargo, como la curva de productividad de la periferia decae a tasas más altas, y además los sectores modernos solo absorben una pequeña parte del empleo, la productividad media de la periferia (producto agregado sobre el total de los trabajadores) tenderá a ser mucho más baja que en el centro.⁶

Los cuadrantes B y C muestran en ordenadas el empleo acumulado en los sectores modernos (del centro y la periferia respectivamente) como proporción del empleo total (siendo $0 \leq E \leq 1$). Dicha participación es por definición creciente con el número de sectores modernos N (cuanto mayor el número de sectores modernos, mayor la participación del empleo en los sectores modernos sobre el empleo total). Por simplicidad asumimos que el empleo acumulado crece a una tasa constante a medida que

⁵ Vale la pena destacar que asimetrías de productividad entre sectores son el resultado natural de que en algunos de ellos la innovación es más rápida que en otros y de que las firmas tienen diversa capacidad de innovar y absorber tecnología. La diferencia entre centro y periferia reside en la magnitud de estas asimetrías, no en su existencia, y en la concentración del empleo en actividades de menor productividad.

⁶ Para este análisis, no es necesario que la productividad caiga linealmente en el centro, basta que los escalones sean menos pronunciados que en la periferia. Ver Cimoli y Porcile (2011) y Porcile (2011).

aumenta el número de sectores modernos en el centro. En la periferia, en cambio, el empleo acumulado se incrementa rápidamente, de modo que es pequeña dicha participación en los sectores con valores más bajos de N (alta productividad), y aumenta rápidamente al final (sectores de más baja productividad). Así, el grueso de los trabajadores del sector moderno estará empleado en los sectores de productividad más baja.

Cuando se comparan las curvas de empleo acumulado en los dos polos, se comprueba que en el centro el empleo se aloja en su totalidad en los sectores modernos. En efecto, cuando se llega al último sector moderno del centro (N^C) el empleo acumulado es igual a la unidad ($E = 1$). En la periferia, en cambio, cuando se llega al último sector moderno (N^P) no se ha absorbido toda la fuerza de trabajo disponible ($E = E^P < 1$ cuando $N = N^P$). Hay una discontinuidad en E^P , de modo que un porcentaje importante de empleo ($1 - E^P$) tendrá, necesariamente, que alojarse en el sector de subsistencia, ya sea en el medio rural o en la informalidad urbana. El segmento vertical de la curva del empleo acumulado en la periferia representa precisamente aquella fracción de los trabajadores que no tiene otra opción sino refugiarse en la subsistencia.

Principales puntos de la TED sobre tecnología y heterogeneidad

Los resultados ilustrados por la figura 1 pueden resumirse de la siguiente forma:

- (i) La difusión del progreso técnico a escala mundial es altamente desigual, penetrando de manera más profunda y uniforme en el centro que en la periferia. Las razones para ello se estudian en el tercer apartado.
- (ii) La innovación y difusión de tecnología está asociada a la transformación de la estructura productiva. A medida que nuevos sectores se implantan, la estructura se torna más compleja y diversificada, abarcando sectores y actividades de mayor intensidad en conocimientos. El aumento de N es resultado del cambio estructural.

- (iii) Como el progreso técnico solo se difunde localizadamente en la periferia, su estructura productiva es truncada.⁷ Hay pocos sectores de alta productividad y estos consiguen absorber solo una pequeña parte de la oferta de trabajo disponible.
- (iv) Los diferenciales de productividad son más intensos entre los sectores modernos en la periferia que en el centro. Y hay además un gran desnivel de productividad entre los modernos (que cuentan con dotaciones más altas de capital y conocimientos) y la subsistencia en la periferia.
- (v) Como la periferia mantiene parte importante de su empleo en actividades de subsistencia, ello deprime sus niveles medios de ingreso en comparación con los del centro; inversamente, en el centro no se observa un sector de subsistencia de dimensiones importantes.
- (vi) Los puntos (i) a (iii) explican el carácter especializado de la estructura de la periferia frente al diversificado del centro, mientras que los puntos (iv) a (vi) ayudan a entender por qué la heterogeneidad es propia de la condición periférica (Rodríguez, 1980).

Centro y periferia no son compartimientos aislados, sino que interactúan en el tiempo. Esta interacción contribuye a definir la intensidad del aprendizaje tecnológico, así como los patrones de especialización y crecimiento de largo plazo en los dos polos del sistema. En otras palabras, las estructuras del centro y la periferia emergen y se reproducen a través de su dinámica conjunta, que requiere ser explicada. Ello conduce a una pregunta clave: ¿en qué medida tal dinámica podría contribuir a que las diferencias de ingresos por habitante se redujeran en el tiempo (convergencia de ingresos)? ¿En qué medida podría favorecer una difusión más rápida y uniforme del progreso técnico hacia la periferia, acortando la brecha tecnológica con el centro (convergencia con la frontera tecnológica o *catching up*)?

⁷ Es bastante clara la similitud de esta representación gráfica con el concepto de “industrialización trunca” al que hacía referencia Fajnzylber (1990). Este autor destacaba la ausencia de sectores de bienes de capital, y de sectores más intensivos en tecnología en general, en la estructura industrial latinoamericana. Esto es representado en forma estilizada en el gráfico anterior por medio de un corte en la estructura periférica a un nivel más bajo de diversificación que en el centro, dado por N^p .

Si así fuera, la periferia dejaría de ser especializada y heterogénea para volverse diversificada y homogénea con el tiempo, y habría un proceso de convergencia (de estructuras, tecnología e ingresos) con el centro (recordar, como se apunta en la nota 8, que esta mayor homogeneidad no significa productividad uniforme entre sectores). La condición periférica sería solamente un estado de transición, como de alguna forma está implícito en el concepto de convergencia usado en la teoría convencional, en la que el libre acceso a la tecnología y los rendimientos decrecientes al capital garantizan tasas de acumulación más altas en las economías rezagadas que en las centrales.

La literatura empírica sugiere que dicha convergencia no ocurre, por lo menos no a partir del funcionamiento espontáneo de las fuerzas del mercado. Si se deja el sistema librado a sus propias fuerzas, la tendencia predominante será la divergencia. Las razones que la explican, en la perspectiva estructuralista, son discutidas a continuación.

Tecnología, heterogeneidad y crecimiento

Para entender la relación entre progreso técnico, heterogeneidad y crecimiento en el sistema centro-periferia se puede recurrir a una variación de los gráficos presentados en las figuras 1A y 1B. Dicha variación se encuentra en la figura 2, la que se dividió en cinco cuadrantes, que se describen a seguir.

Cuadrante A: brecha tecnológica, productividad relativa y salarios

En las abscisas del cuadrante A en la figura 2 se representa el número de sectores N ordenados en un ranking decreciente de productividad, como se hizo en la figura 1. Pero el ranking se construye ahora con una nueva perspectiva. En las ordenadas, en lugar de usar como variable la productividad del trabajo de cada sector en cada economía, se usa la *productividad relativa* del trabajo en la periferia en comparación con la del centro, esto es $\pi = \pi_p / \pi_c$. *El sector $N=1$ es ahora aquel en que la razón entre productividad del trabajo en la periferia (π_p) y productividad del trabajo en el centro (π_c) es más alta.* Para usar una expresión convencional, el primer sector es donde la periferia tiene mayor ventaja comparativa, la que disminuye a medida que N aumenta.

La productividad relativa de la periferia en cada sector depende de la brecha tecnológica centro-periferia –esto es, del grado de superioridad tecnológica del centro en cada uno de esos sectores–.⁸ La superioridad tecnológica del centro es mayor en los bienes más intensivos en tecnología; por esa razón, a medida que aumenta N y disminuyen las ventajas comparativas de la periferia, también –implícitamente– se avanza hacia sectores de mayor intensidad o complejidad tecnológica. *El número representado por N no es otra cosa que un índice de intensidad tecnológica, inversamente relacionado con la ventaja comparativa de la periferia.*⁹ La velocidad con que los diferenciales de productividad a favor del centro aumentan con N (complejidad tecnológica), y la forma de la curva π , son un problema empírico. En la figura 1 se ha supuesto que los diferenciales de productividad aumentan a tasas crecientes, mientras que por simplicidad se ignoran los “escalones” de productividad indicados en la figura 1.

¿En qué sectores se especializa la periferia en el comercio internacional? Para responder a esta pregunta se comparan productividades relativas con salarios relativos.

En efecto, el precio de los bienes se define como una función del costo unitario de producción, que a su vez depende de la relación entre el salario y la productividad. La periferia podrá producir competitivamente todos aquellos bienes en los que el costo unitario del salario (valor del salario dividido por la productividad del trabajo) sea menor que en el centro. Si se elige como ejemplo un cierto bien N^x , este bien será producido en la periferia si $(W_p/\pi_p^x) < (W_c e/\pi_c^x)$, donde W_p y W_c son los salarios en la periferia y el centro, respectivamente, e es la tasa de cambio nominal (unidades monetarias de la periferia por unidad monetaria del centro), y π_p^x y π_c^x son las productividades del trabajo en la producción de X en la periferia y el centro, respectivamente.

La desigualdad anterior puede reescribirse como $W < \pi^x$, donde $(W_p/W_c e) \equiv W$ y $\pi^x \equiv (\pi_p^x/\pi_c^x)$. Esta es la condición para que un bien sea producido en la periferia.

⁸ Hay otros factores, y no solo la tecnología, que pueden afectar la productividad del trabajo, como la calidad de la mano de obra y el stock de capital. Estas dimensiones no se ignoran, pero por simplicidad se asume que la dinámica de largo plazo depende sobre todo de reducir la brecha tecnológica.

⁹ Una ordenación similar, en función de la intensidad tecnológica, es sugerida por Krugman (1979).

Si realizamos el mismo ejercicio para cada uno de los bienes que se producen en la economía mundial, sabremos qué bienes producirá la periferia y cual será, por lo tanto, su patrón de especialización internacional. Vamos a suponer que los salarios relativos son iguales a una constante W^* y que la tasa de cambio nominal es igual a la unidad (después se levantan ambos supuestos). Podemos entonces trazar la línea horizontal W^* y cortarla con la curva π (productividad relativa) para obtener la especialización internacional de la periferia en el cuadrante A de la figura 2. Se deduce que la periferia producirá en condiciones competitivas desde el bien $N=1$ hasta el bien $N = N^z$ para el cual se verifica que el salario relativo W^* es igual a la productividad relativa $W^* < (\pi_c^z / \pi_p^z)$. El “último” bien z puede ser producido tanto por el centro como por la periferia, ya que en z el costo unitario es igual en los dos polos.

En suma: el patrón de especialización de la periferia queda definido por los bienes comprendidos entre $N = 1$ y $N = N^z$, mientras que el centro producirá los bienes entre $N = N^z$ y $N = N^c$. Así N^z me da el grado de diversificación de la periferia en equilibrio. Nótese que como el centro produce los bienes con valores de N más elevados, y dado el supuesto de que estos bienes tienen mayor intensidad tecnológica (y, como se discute más adelante, muestran en general mayor elasticidad ingreso de la demanda), tal patrón de especialización tendrá implicaciones relevantes para la tasa de crecimiento relativa de los dos polos. Este es el tema abordado a continuación.

Cuadrantes B y C: especialización y crecimiento

En el cuadrante B se representa la relación entre el número de sectores modernos y la razón entre la elasticidad ingreso de la demanda de exportaciones (ϵ_X) e importaciones (ϵ_M) en la periferia. Se asume que la razón entre dichas elasticidades depende de la dirección e intensidad del cambio estructural –más específicamente, de la diversificación productiva hacia sectores de mayor intensidad tecnológica, representada por N –. La lógica por detrás de ese supuesto es que un patrón de especialización con un mayor peso de ramas y actividades intensivas en conocimiento (un valor más alto de N) permite generar más innovaciones y/o imitar con más rapidez las innovaciones que surgen en la economía mundial. Ello a su vez es necesario para que el país pueda ingresar en los

mercados de más rápido crecimiento y así aumentar su participación en los mercados externo e interno. Como resultado, cuando el mundo crece, las exportaciones del país crecen más que proporcionalmente, y/o sus importaciones crecen menos que proporcionalmente cuando este expande su demanda interna.

Sobre el comportamiento de las elasticidades también influyen los patrones de demanda predominantes, que en general privilegian bienes de alta tecnología frente a la demanda de *commodities* o de bienes de baja tecnología. El propio progreso técnico, al elevar la eficiencia de uso de las materias primas, contribuye a esta tendencia. Es verdad que la *commodity lottery* puede explicar ciclos de bonanza exportadora en países especializados en bienes primarios (que disfrutaban de períodos más o menos prolongados de buenos precios internacionales). Pero en general –tanto por el lado de la oferta (capacidad de aprovechar las oportunidades en mercados en crecimiento, o al menos evitar una caída de participación en los mimos), como por el lado de la demanda (tendencias en los patrones de consumo)– la razón entre las elasticidades ingreso de la demanda de exportaciones e importaciones del país aumenta a medida que se especializa en bienes más intensivos en conocimientos.

Aquí es importante hacer un puente con la literatura poskeynesiana y los modelos de crecimiento con restricción en balanza de pagos. La tasa de crecimiento con equilibrio externo de un país, en estos modelos, es igual a la relación entre las elasticidades ingreso de la demanda de exportaciones e importaciones, como se expresa en la siguiente fórmula:¹⁰

$$y_p = \frac{\varepsilon_X}{\varepsilon_M} y_c \quad (1)$$

¿Qué puede concluirse de la ecuación (1)?

Bajo ciertos supuestos,¹¹ dicha ecuación proporciona la tasa de crecimiento del producto de largo plazo con equilibrio externo en los dos

¹⁰ La ecuación es una versión dinámica del multiplicador del comercio exterior de Harrod, que se conoce como “Ley de Thirlwall”. La ecuación es discutida en Rodríguez (1977), Thirlwall (1979), Cimoli (1988); Dosi *et al.* (1990). Varios estudios empíricos se han hecho para testear la validez empírica de esta regla; ver por ejemplo Jayme (2003) y Holland *et al.* (2004). Thirlwall (2011) realiza una cuidadosa revisión de la amplia literatura existente sobre el tema.

¹¹ La validez de esta relación requiere una tasa de cambio real constante y que no haya endeudamiento líquido en el largo plazo. También requiere que no haya restricciones de oferta, de forma que la oferta de trabajo y capital siempre se ajuste a los estímulos de la demanda. Obsérvese que la periferia puede crecer transitoriamente a una tasa superior a la definida por la razón entre las elasticidades, pero ello estaría asociado a un aumento

polos del sistema, donde y_p es la tasa de crecimiento de la periferia, y_c la tasa de crecimiento del centro, y $(\varepsilon_p/\varepsilon_c)$ es la razón entre las elasticidades. Estas tasas de crecimiento son compatibles con el equilibrio externo en centro y periferia porque garantizan que la tasa de crecimiento de las exportaciones de la periferia ($x = \varepsilon_x y_c$) será igual a la tasa de crecimiento de sus importaciones ($m = \varepsilon_M y_p$), para un valor estable del tipo de cambio real.¹²

En esta ecuación se entrelazan las tradiciones keynesiana y estructuralista. Dicha ecuación estaba en el centro de la teoría del crecimiento de la periferia, así como en autores inspirados en Keynes y Kalecki (Thirlwall, 1979, 2011; McCombie y Thirlwall, 1994; Dutt, 2002; Setterfield, 2009, entre otros). El súper multiplicador del comercio exterior Harrod podría ser visto como un predecesor común a ambas tradiciones.

Recordando (como se ha argumentado más arriba) que la razón entre las elasticidades es una función del grado de diversificación de la estructura productiva periférica (cambio estructural)¹³ entonces la ecuación (1) puede reescribirse como:

$$y_p = f(N)y_c, f_1 > 0 \quad (2)$$

En la ecuación (2) se explicita que $(\varepsilon_x/\varepsilon_M) = f(N)$. Combinando (1) y (2) se obtiene la relación entre crecimiento relativo centro / periferia, la razón entre las elasticidades ingreso y la estructura productiva.

de la deuda externa (las importaciones crecerían más que las exportaciones). Surge así la posibilidad de ciclos de expansión y recesión asociados a ciclos de endeudamiento y a la posterior remesa de divisas por concepto del pago de la deuda –políticas de *stop and go* observadas con frecuencia en la historia económica de la región (Ffrench-Davis y Ocampo, 2001; Moreno-Brid, 2004; Frenkel, 2004; Ocampo *et al.*, 2009)–. En el largo plazo, mientras tanto, y a pesar de las fluctuaciones, la tendencia será a que las tasas de crecimiento se mantengan próximas a aquellas definidas por la condición de equilibrio externo dada por la ecuación (1).

12 Si se considera la periferia un país pequeño, la tasa de crecimiento del centro es exógena. De lo contrario, en un sistema formado por dos regiones, las exportaciones de una región serán las importaciones de otra, y por eso la elasticidad ingreso de las exportaciones (importaciones) de la periferia debe ser igual a la elasticidad ingreso de las importaciones (exportaciones) del centro (siempre suponiendo tipos de cambio estables en el largo plazo y la ausencia de procesos explosivos de endeudamiento, que afectan los desempeños de corto o aún de medio plazo). Las implicaciones de una periferia que en su conjunto sea una región grande es analizada en Cimoli y Porcile (2011a).

13 Un abordaje de la ley de Thirlwall desde una perspectiva multisectorial, que considera la intensidad tecnológica de los distintos bienes, puede encontrarse en Araujo y Lima (2007), Romero *et al.* (2011) y CEPAL (2012, capítulo 2).

$$\frac{y_p}{y_c} = \frac{\varepsilon_X}{\varepsilon_M} = f(N) \quad (3)$$

Esa igualdad se expresa en el cuadrante C: por medio de una línea de 45° se transforma la relación entre las elasticidades ingreso de las exportaciones e importaciones de la periferia y el centro en una relación entre las tasas de crecimiento de equilibrio de las dos economías. La causalidad teórica va desde las elasticidades (demanda) hacia el crecimiento, mientras que las elasticidades dependen de la estructura productiva y la dinámica tecnológica.¹⁴

Cuadrantes D y F: salarios, empleos y heterogeneidad

Finalmente, el cuadrante D permite encontrar el nivel del salario relativo de equilibrio a partir de la dinámica del empleo. La tasa de crecimiento de la demanda de trabajo en la periferia será igual a la tasa de crecimiento económico menos la tasa de aumento de la productividad del trabajo. Si se observa que la demanda de trabajo supera el aumento de la oferta de trabajo (que supondremos exógena), habrá reducción de la heterogeneidad. Esto ocurre porque una parte de los trabajadores irá siendo gradualmente retirada de la subsistencia para encontrar empleo en los sectores modernos. A este proceso Rodríguez lo denomina reversión, ya que, a partir de cierto momento, comienza a contraerse el sector de subsistencia. Ello, a su vez, afecta a lo largo del tiempo el comportamiento del mercado de trabajo en el sector moderno (con elevación de salarios). Inversamente, si los estímulos de demanda proporcionados por la relación de elasticidades fueran muy débiles, debido a una especialización muy concentrada en bienes con baja elasticidad ingreso de la demanda, entonces la heterogeneidad podría aumentar. Es posible, incluso, en casos en que el progreso técnico tiene como principal objetivo la racionalización de los procesos productivos y la reducción de costos, sin la paralela expansión del producto, que los aumentos de productividad no se traduzcan en mayor crecimiento sino directamente en mayor desempleo abierto y/o aumento del subempleo (y mayor heterogeneidad; ver Infante y Sunkel, 2009).

¹⁴ La estructura productiva, a su vez, no es estática, sino que interactúa con la dinámica tecnológica, punto sobre el que se volverá más adelante.

En otras palabras, para evaluar correctamente el impacto de los aumentos de productividad y del progreso técnico sobre el crecimiento y la heterogeneidad es necesario comparar dichos aumentos con sus efectos sobre la demanda efectiva (que en este modelo se relaciona con las elasticidades). El crecimiento depende en última instancia de cómo el progreso técnico afecta la demanda efectiva por los bienes del país. La reducción de la heterogeneidad exige tasas de crecimiento del producto *vis-à-vis* la productividad que garanticen la creación de empleos en los estratos de mayor productividad, absorbiendo la fuerza de trabajo alojada en el subempleo.

Esta es la dinámica que se representa en el cuadrante D, donde el salario relativo periferia-centro (W) responde positivamente, a partir de un cierto punto, a las tasas mayores de crecimiento en la periferia. La respuesta del salario relativo es lenta o nula al principio, ya que la periferia tiene una amplia reserva de trabajadores y eso hace que la capacidad negociadora de los sindicatos sea inexistente o muy concentrada en pocos sectores. Pero a medida que el crecimiento periférico se acelera, es factible esperar que el mercado de trabajo se incline gradualmente a favor de los trabajadores. Cuando ello ocurre, no solo el nivel de empleo sino también el de los salarios aumentará en la periferia. Formalmente:

$$W \equiv \frac{W_p}{W_c e} = g\left(\frac{y_p}{y_c}\right) \quad (4)$$

En la ecuación (4) W_p es el salario nominal de la periferia, W_c es el salario nominal del centro expresado en unidades de moneda extranjera (por ejemplo, en dólares) y e es el tipo de cambio nominal (pesos por dólar, o unidades de la moneda del país P por unidad de la moneda del país C).¹⁵ La ecuación muestra, además, que alteraciones en el tipo de cambio afectan los valores del salario en el exterior medidos en unidades de la moneda local para una misma tasa de crecimiento relativo, haciendo que se traslade la curva de salarios relativos.

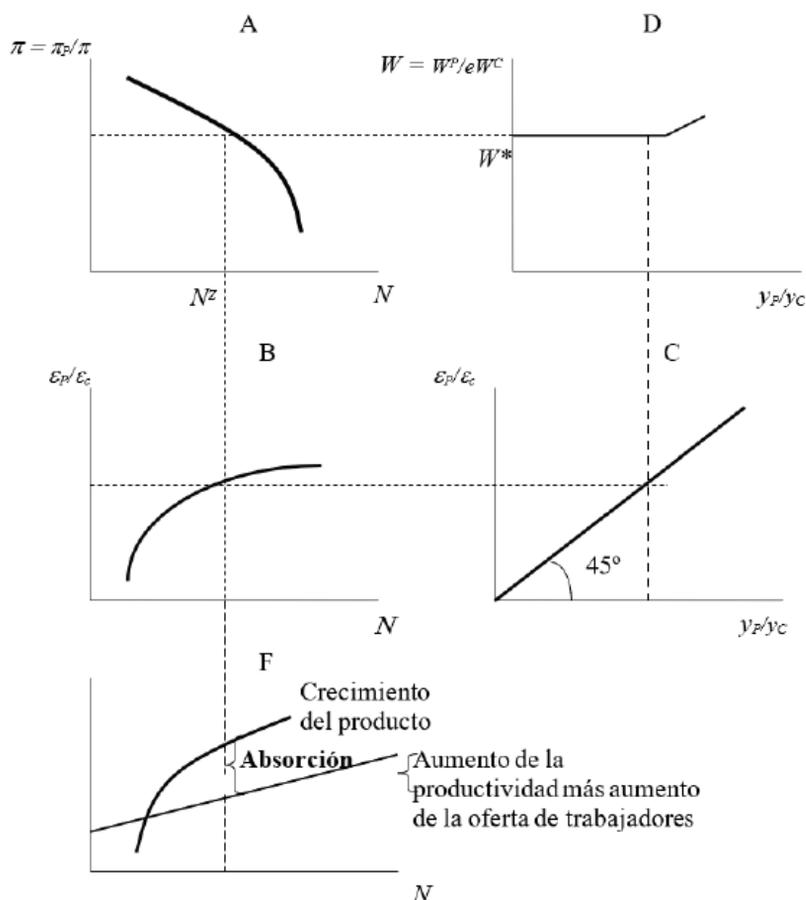
¹⁵ Como hemos mencionado, la función $g(\cdot)$ es creciente a partir de una cierta tasa crítica del crecimiento relativo, en que la oferta de mano de obra (oriunda de los sectores de baja productividad) deja de proveer trabajadores a una velocidad similar a la del aumento de la demanda de empleo. El aumento de W puede deberse tanto a un más rápido aumento de los salarios nominales en la periferia, como a una caída del tipo de cambio nominal (e) en la periferia.

El peso de la heterogeneidad y de las tasas más bajas de crecimiento del empleo en la periferia en comparación con el centro implica que el salario relativo tenderá a ser más bajo en la primera. Es verdad que el diferencial de salarios podría aumentar la competitividad de dicha economía, y esto a su vez favorecer su diversificación. Pero si las diferencias de productividad entre los polos son muy marcadas, la respuesta de la diversificación a los menores salarios será muy pequeña (Cimoli, 1988). Este efecto corresponde al concepto de competitividad espuria de Fajnzylber (1990): la periferia se vuelve más competitiva por aceptar salarios menores, pero ello no tiene efectos significativos sobre el aprendizaje. La competitividad auténtica solo deviene de una reducción de la brecha tecnológica y de la brecha de productividades, en cuyo caso la heterogeneidad cae y/o el salario relativo aumenta en respuesta al cambio estructural en la periferia.

La situación opuesta también es posible: en algunos casos, la existencia de retornos crecientes podría transformar un bajo salario relativo inicial en competitividad auténtica en una fase posterior, *siempre y cuando este se combine con políticas industriales y tecnológicas muy activas*. Estas políticas abren la posibilidad de explorar senderos de aprendizaje y construir capacidades en algunos sectores a partir de una base inicial de competitividad dependiente de recursos naturales o de salarios más bajos. El concepto de competitividad espuria debe verse entonces desde una perspectiva dinámica, o sea, observando si la explotación de factores de competitividad no ligados al conocimiento (ventaja comparativa estática) cede gradualmente su espacio para aquellos sostenidos en capacidades tecnológicas (ventaja comparativa dinámica).¹⁶

16 Una discusión formal se encuentra en Cimoli y Porcile (2010).

Figura 2. Especialización, salarios y crecimiento en el sistema centro-periferia



Nota 1. Los cinco cuadrantes

Cuadrante A: Ventajas comparativas como función de la intensidad tecnológica de los bienes. Cuadrante B: Elasticidades ingreso de la demanda de exportaciones e importaciones como función de la estructura productiva. Cuadrante C: Crecimiento económico relativo con equilibrio de balanza de pagos. Cuadrante D: Tasa de salario relativo periferia-centro como función del crecimiento relativo periferia-centro. Cuadrante F: Demanda y oferta de trabajo como función de la estructura productiva.

Nota 2: Cómo se determinan las variables

Cuando se combinan salario relativo (W^*) y productividad relativa (curva π), se obtiene el patrón de especialización, representado por el número N de bienes que produce la periferia. Con el patrón de especialización se obtienen las elasticidades relativas, que a su vez nos dan las tasas de crecimiento relativo de los dos polos con equilibrio en cuenta corriente

(relación no explosiva entre déficit en cuenta corriente y PIB). Con las tasas de crecimiento del producto, la población y la productividad, se obtiene el comportamiento del mercado de trabajo –mayor o menor demanda de empleo (producto menos productividad) dada la tasa de aumento de la oferta de empleo–. La dinámica del mercado de trabajo, finalmente, condiciona el comportamiento del salario relativo y cierra el sistema de ecuaciones. Ese sistema nos determina de manera endógena cuatro incógnitas: especialización productiva, elasticidades, crecimiento y salarios. Implícitamente también define la evolución de los niveles de heterogeneidad, ya que si el crecimiento del producto es mayor que el de la productividad sumada al crecimiento de la oferta de trabajo (n), la masa de personas empleadas en el sector de subsistencia estará necesariamente cayendo (absorción). Habrá migración de trabajadores desde el sector informal o de subsistencia hacia el sector formal o moderno de la economía.

Los fundamentos micro del aprendizaje y el *catching up*

El análisis anterior permitió mostrar cómo las diferentes variables (tecnología, especialización, crecimiento, empleo y heterogeneidad) se combinan en una situación hipotética de crecimiento con equilibrio externo. Pero es necesario discutir qué tipo de dinámica micro sostiene tal resultado, lo que se hará en esta sección.

¿Por qué el progreso técnico no se difunde en la periferia como en el centro? Entender la dinámica asimétrica de la innovación y generación de empleos entre centro y periferia, y dentro de la estructura periférica, es la clave para entender la persistencia de la heterogeneidad y de la extrema desigualdad que singulariza la región. Esta sección discute qué fuerzas acentúan o diluyen la polarización. Para ello es necesario entender mejor la microeconomía del progreso técnico y los mecanismos de retroalimentación entre lo micro y lo macro. En este punto la microeconomía evolucionista (de inspiración schumpeteriana) es un importante auxilio y un complemento natural a la macro estructuralista-keynesiana que presentamos hasta el momento.

En clara oposición a los supuestos de la teoría del crecimiento dominante hasta mediados de los ochenta, en la TED el progreso técnico no era un bien libre, y mucho menos exógeno –dado por “Dios y los ingenieros”, según la conocida frase de Joan Robinson–. En buena medida la TED (junto con otras escuelas heterodoxas) anticipó muchas de las conclusiones que la llamada teoría del crecimiento endógeno neoclásica solo obtendría décadas más tarde (Hounie *et al.*, 1999). Sin duda, la comprensión que se tenía de la dinámica del progreso técnico en los cincuenta y comienzos de los sesenta era muy limitada. En particular, no existía una teoría microeconómica del aprendizaje y la innovación que Prebisch y los autores

cepalinos pudieran usar para fundamentar de forma rigurosa el comportamiento de la macro de largo plazo. Pero eso cambió desde finales de los setenta con las teorías evolucionistas del cambio técnico (ver Cimoli, 1988; Dosi, 1988; Cimoli y Dosi, 1995; Cimoli, Dosi, Nelson, Stiglitz, 2008).

En gran medida, los trabajos originales de CEPAL imaginaban que la industrialización bastaría para inducir la absorción de tecnología y el cierre de la brecha.¹⁷ Junto con la protección a la industria se estaría protegiendo el proceso de aprendizaje. Pero esta percepción se mostró insuficiente para entender el *catching up* tecnológico. Desde finales de los setenta la literatura evolucionista fue identificando algunas características del proceso de aprendizaje en los casos de éxito en acortar la distancia tecnológica entre países periféricos y centrales (CEPAL, 2007 y 2012). En resumen:

- a) El aprendizaje es localizado y las firmas aprenden en el entorno de las competencias y capacidades tecnológicas existentes.
- b) El aprendizaje muestra un fuerte componente tácito, de forma que en muchos casos la tecnología no puede ser copiada o transferida de forma codificada (como manuales o instrucciones), sino que la experiencia en la producción es crucial.
- c) El progreso técnico muestra fuertes elementos de dependencia de la trayectoria (*path-dependency*), lo que implica que la sombra del pasado se proyecta en la evolución futura de las capacidades.
- d) Los aspectos anteriores sugieren que los procesos de innovación y difusión de tecnología deben verse como fuertemente ligados, ya que no hay difusión sin el esfuerzo de las firmas imitadoras por adaptar y mejorar la tecnología extranjera a la luz de las condiciones específicas de sus mercados y capacidades. De hecho, la difusión viene

17 La visión de Steindl (1952, 1976, p. 133) según la cual el progreso técnico acompaña “como una sombra” a la acumulación de capital, podría describir de forma aproximada la idea cepalina sobre la relación entre industria y tecnología. En su último libro, Prebisch (1981: 57) destaca también el papel de lo que se llamaría el capital humano, que sería complementario al capital físico: “La productividad depende de la acumulación en capital físico así como en formación humana. En el capital físico se concretan las innovaciones técnicas que redundan en mayor productividad y en superior calidad y eficacia de los bienes; en tanto que el mismo progreso técnico exige una formación cada vez mayor y más compleja de las calificaciones de la fuerza de trabajo, sin la cual se malograría en parte el crecimiento de la productividad que acompaña al capital físico”.

acompañada por una secuencia de innovaciones menores. Y si bien cada una de ellas tiene un impacto individual muy pequeño, a lo largo de varios años generan aumentos significativos de productividad y competitividad internacional. Los casos exitosos de *catching up* se caracterizan, precisamente, por ese esfuerzo continuado en el que la tecnología extranjera se usa como una base para el aprendizaje local y no como un sustituto.

- e) Hay elementos de retornos crecientes muy marcados en el aprendizaje, que explican fenómenos de acumulación de capacidades, por un lado, y de rezago creciente, por otro. Las firmas que innovan en un cierto período son las que tienen más probabilidad de innovar en el período siguiente. Los retornos crecientes se asocian a distintos tipos de complementariedades entre activos productivos y tecnológicos, y a varias formas de sinergia a nivel meso y macroeconómico. Estas sinergias pueden generar ciclos virtuosos de aprendizaje, inversión y crecimiento.
- f) El argumento anterior extiende así la llamada Ley de Kaldor-Verdoorn –según la cual los aumentos de producción inducen aumentos de productividad– para abarcar la influencia de una amplia gama de procesos de aprendizaje. Dichos procesos fueron identificados y analizados por la literatura neoschumpeteriana y entre ellos se destacan no solo el *learning by doing*, sino también el *learning by using*, *learning by interacting* y *learning by exporting*, entre otros.¹⁸
- g) En función del patrón de especialización periférica (cuadrantes A y B de la figura 2), el crecimiento de esta región es tendencialmente más bajo y además fluctúa más que en el centro, debido a la restricción externa, al comportamiento de los términos de intercambio y a la combinación de las variables anteriores con los avatares del flujo de capitales externos y del endeudamiento (Kregel, 2009). Los ciclos de liquidez internacional generan ondas de expansión y contracción reforzadas por el comportamiento del tipo de cambio y por políticas monetaria y fiscal procíclicas (Ocampo *et al.*, 2009). Todo ello eleva la incertidumbre, deprime la inversión en el largo plazo y –a través de Kaldor-Verdoorn ampliado descrito más arriba– también deprime el

¹⁸ Ver León-Ledesma (2002) y Arthur (1989, 1994).

aprendizaje. Se genera así no solo una trampa de bajo crecimiento sino también una trampa de aprendizaje, en que los retornos crecientes alimentan el círculo vicioso del rezago, tanto tecnológico como productivo.

- h) El progreso técnico no se distribuye uniformemente en todos los sectores: algunos de ellos tienen tasas de innovación y efectos sobre la difusión mucho más fuertes que otros. Hay una clara relación entre el esfuerzo agregado de I+D en una economía y el peso que en ella tienen los sectores intensivos en tecnología, como la electro-electrónica, la farmacéutica, la aeroespacial o partes de la metal-mecánica. Como ya lo observó Pavitt (1984) en su clásica clasificación de los sectores industriales, algunos de ellos son productores de innovaciones, mientras que otros simplemente las adquieren de los primeros. En todos los sectores hay potencial para aprendizaje, pero la magnitud de ese potencial difiere marcadamente. Recuérdese que en la sección anterior se asumió que este aumenta con N , esto es, con diversificación de la estructura hacia sectores intensivos en tecnología.
- i) El progreso técnico emerge de un proceso de interacción, de prueba y error y de intercambio de informaciones en el que participa un conjunto amplio y heterogéneo de agentes, muchas veces con objetivos diferentes, reglas y estructuras organizacionales muy diversas (por ejemplo, firmas, universidades y centros de investigación). La existencia de un marco institucional adecuado, formal o informal, que coordine la interacción de esos agentes e induzca comportamientos cooperativos a favor de la innovación y la difusión, es clave para determinar la intensidad del progreso técnico.
- j) No hay una trayectoria predeterminada para el progreso técnico: su propio carácter tácito, idiosincrático, específico de una cierta realidad, hace que distintas trayectorias y bifurcaciones sean posibles. Más aún, el diseño institucional y de políticas industrial y tecnológica (incluyendo la política de educación) puede afectar fuertemente su rumbo, de tal forma *que hay espacios para que la sociedad tome decisiones estratégicas acerca de cuáles son los senderos deseables*.
- k) Cada sendero tecnológico implica a la vez una cierta trayectoria de cambio estructural y, por lo tanto, de evolución del empleo y la dis-

tribución. Algunos senderos serán más favorables que otros a la reducción de la heterogeneidad, y el camino a seguir no es predeterminado ni inevitable, sino el fruto de decisiones que se reflejan en las instituciones y las políticas. La posibilidad de senderos alternativos de desarrollo tiene una larga tradición en el pensamiento cepalino, como el propuesto por Pinto (1970) por medio del concepto de estilos de desarrollo –una herramienta analítica poco usada pero que tiene el poder de iluminar los caminos alternativos a que se hace referencia en (j)–.

El conjunto de factores anteriores define la tasa de innovación y difusión a escala internacional, y la de cada país específicamente, a partir de las características de sus estructuras productivas y de sus configuraciones institucionales. Dichos factores son los que en última instancia están por detrás de la acumulación de capacidades tecnológicas a lo largo del tiempo. Diversos autores (Freeman, 1987; Nelson, 1991; Metcalfe, 2001) acuñaron el término “sistema nacional de innovación” para referirse a las distintas formas en que el marco institucional (incluyendo las políticas tecnológica e industrial, y la política macroeconómica) y la estructura productiva se combinan en cada país para definir la intensidad y dirección de la innovación (Lall, 1997; Patel y Pavitt, 1998; UNIDO, 2010; Cimoli, Porcile y Rovira, 2010). La diversidad de combinaciones posibles es parte importante de los distintos estilos de desarrollo que se observan en cada país y en cada período histórico.

La discusión anterior permite mirar hacia el *supply side* y la microeconomía de una forma muy distinta a la convencional. El progreso técnico no se refleja en cambios de funciones de producción bien definidas, sino en trayectorias de aprendizaje que se materializan en la acumulación de capacidades tecnológicas. En particular, el papel de las políticas públicas no es lograr mayor flexibilidad en los mercados o la neutralidad de estímulos, sino en construir instituciones que posibiliten mecanismos estables de coordinación de largo plazo entre los distintos agentes que actúan en la innovación y difusión de tecnología. Estas instituciones complementan el sistema de precios, en algunos casos, y en otros generan las distorsiones necesarias para escapar de situaciones de dependencia de la trayectoria y hacer posible grados crecientes de especialización intraindustrial.

Usando la caja de herramientas: choques, divergencia y el papel de las políticas

Una visión un poco más formal del sistema

En esta sección pondremos a funcionar la caja de herramientas para estudiar los impactos sobre el crecimiento, la especialización y la heterogeneidad de distintos tipos de choque sobre el sistema centro-periferia, como los que dimanen de la demanda internacional, los choques tecnológicos y de políticas. Para su estudio se hace necesario especificar con un poco más de detalle el funcionamiento del sistema, lo que se hará por medio de algunas ecuaciones simples. Veamos primero la productividad relativa periferia-centro:

- a) La productividad relativa cae cuando aumenta N porque valores más altos de N representan sectores de mayor complejidad tecnológica. En ellos la brecha tecnológica y de productividad centro-periferia es más elevada que en sectores de baja tecnología.¹⁹
- b) Por la Ley de Kaldor-Verdoorn, cuanto mayor es el crecimiento de la periferia mayor será el aprendizaje asociado a la acumulación de experiencias (*learning by doing*) en varias áreas. Como la tasa de crecimiento relativa depende de N (por la ecuación 3), a medida que aumenta N en la periferia hay una fuerza (retornos crecientes) que tiende a mejorar las capacidades tecnológicas de la periferia y, así, a frenar la caída de la productividad relativa.

Son dos fuerzas que se contraponen: la mayor dificultad de dominio de la tecnología de producción en los bienes más complejos, y los beneficios del aprendizaje que devienen de producir dichos bienes. El resultado neto se formaliza en la ecuación (5):

$$\pi = a - bN + \alpha f(N) \quad (5)$$

En dicha ecuación $\pi = \frac{\pi^p}{\pi^c}$ representa la productividad relativa de la periferia frente al centro, que depende de dos términos en N además del factor autónomo a : el término bN , que capta el “efecto intensidad tecnológica”,

¹⁹ Se asume una relación unívoca entre asimetrías tecnológicas y de productividad.

y el término $\alpha f(N)$, que representa el “efecto aprendizaje”, donde α es el coeficiente de Kaldor-Verdoorn y $f(N) = (\varepsilon_X/\varepsilon_M)$ es la tasa de crecimiento relativa centro-periferia. Vamos a definir la función de forma lineal para analizar sus implicaciones de un modo más sencillo:

$$\frac{y_p}{y_c} = f(N) = \varepsilon N \quad (6)$$

La ecuación (6) dice que el crecimiento depende de N y de un factor que refleja el impacto de la diversificación sobre las elasticidades (ε). Usando (6) en (5) se obtiene:

$$\pi = a - (b - \alpha\varepsilon)N \quad (7)$$

Haremos también la suposición de que los efectos positivos de los retornos crecientes sobre la productividad relativa π no superan el efecto negativo de la creciente intensidad tecnológica a favor del centro, i. e. $\alpha\varepsilon < b$.²⁰

Ahora veamos los efectos de distintos choques. Para simplificar, supondremos que los choques de demanda afectan ε , mientras que la política tecnológica afecta α . Además siempre supondremos que existe una amplia reserva de mano de obra en el sector de subsistencia, de tal forma que aumentos del producto superiores a los aumentos de la productividad del trabajo se traducen en una reducción de la heterogeneidad con salarios relativos constantes (la curva W/e es horizontal e igual a W^*). En otras palabras, el producto potencial se ajusta al producto efectivo vía aumentos de productividad y vía aumentos del empleo en los sectores modernos. Hemos seleccionado tres tipos de choques, pero obviamente es posible aplicar el modelo a un conjunto más amplio de problemas:

- 1) Caso 1: un choque negativo en la situación internacional que afecta las elasticidades de demanda de exportaciones e importaciones (caída de ε).
- 2) Caso 2: un choque positivo en los términos de intercambio y la posibilidad de que surjan síntomas de la “enfermedad holandesa” al elevarse la relación W entre los salarios de la periferia y del centro.

²⁰ Si este supuesto no fuera verdadero, bastaría proteger cada sector en la medida necesaria para estimular la producción local, y ello bastaría para que el proceso de aprendizaje permitiera alcanzar una productividad relativa más elevada que en el resto del mundo.

3) Caso 3: un choque de políticas en que la economía se abre al comercio internacional eliminando restricciones a las importaciones.

Caso 1: Un choque negativo en las elasticidades ingreso de la demanda

Primeramente se verá el caso de un choque negativo en las elasticidades ingreso de las exportaciones e importaciones. Este puede muy bien representar el caso de economías primario-exportadoras cuyo patrón de especialización sufre un golpe asociado a cambios fuertes (a veces inesperados) en las reglas del sistema internacional (protección o discriminación comercial en sus mercados principales) o en los patrones de demanda de productos primarios (aparición de sustitutos de productos primarios en el consumo y la producción, aumento en la eficiencia del uso de bienes primarios en la industria). Tal fue la situación de muchas economías latinoamericanas, por ejemplo, después de la crisis de 1930, que puso fin al sistema centro-periferia clásico y a la posibilidad de acceder libremente al mercado inglés. Y en menor escala esta historia se reproduce en los ciclos de auge y declinación de distintos minerales y productos primarios de exportación en el siglo XIX y principios del XX, desde el guano al caucho.²¹

Estos choques no solo reducen el crecimiento en el corto plazo, sino que al reducir la inversión y el aprendizaje tienen consecuencias que (en ausencia de políticas que los reviertan) se prolongan por extensos períodos. La figura 3 representa este tipo de situación.

El choque de demanda se puede observar en el cuadrante B, que es el punto inicial de nuestra historia. La curva que asocia las elasticidades con la diversificación productiva se mueve hacia abajo. Específicamente, ocurren cambios en las condiciones del comercio internacional²² que hacen que la relación de las elasticidades ingreso de las exportaciones y las importaciones sea menor con la misma estructura productiva. La respuesta son tasas más bajas de crecimiento relativo compatibles con el equilibrio externo en la periferia.

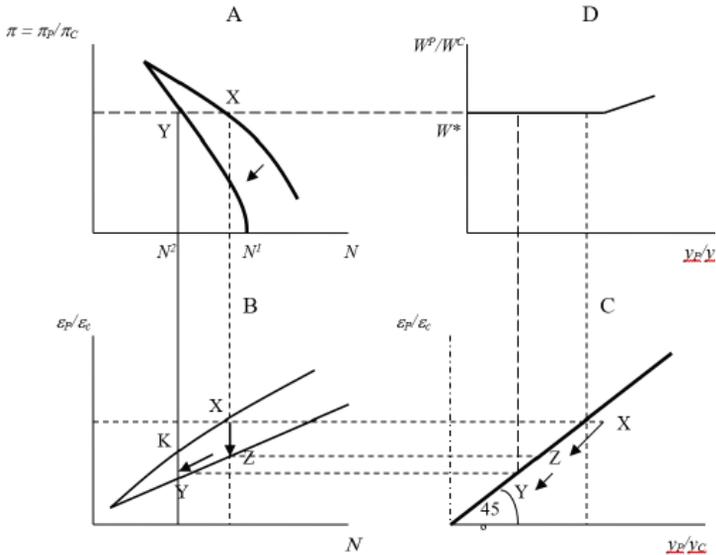
21 No hay falta de evidencia histórica de choques de este tipo; ver sobre esto Ocampo y Bértola (2010).

22 Como se ha mencionado, el proteccionismo en los centros o reglas discriminatorias contra la región periférica, así como cambios en los patrones de demanda que penalizan los recursos naturales.

Como suponemos que los salarios no cambian, en principio no cambia el patrón de especialización. Las elasticidades y la tasa relativa de crecimiento se mueven de X a Z en el cuadrante B y la especialización permanece en N^1 en el cuadrante A. Sin embargo, las tasas de crecimiento más bajas acaban por reducir la velocidad del aprendizaje vía el mecanismo de Kaldor-Verdoorn. Como resultado, la curva de productividades relativas se mueve hacia abajo (de X para Y) en el cuadrante A y habrá un nuevo equilibrio de largo plazo en N^2 , con un menor nivel de diversificación en la periferia. Esto tiene a su vez un nuevo impacto sobre el crecimiento con equilibrio externo, como lo refleja el movimiento de Z para Y en el cuadrante B, que es el punto final del movimiento de la economía hacia su nueva trayectoria de crecimiento con equilibrio externo. La caída del comercio exterior genera en este caso una contracción no solo por la vía del multiplicador de ingreso, sino también por la del multiplicador del aprendizaje, con pérdida de sectores y capacidades tecnológicas.

En otras palabras, la tasa de crecimiento de la periferia en el nuevo equilibrio (punto Y) es más baja por dos razones: porque hubo choque negativo de demanda que se traduce en una caída de las elasticidades y porque ese choque negativo redujo el aprendizaje y generó un proceso de cambio estructural regresivo, que deprimió aun más aquellas elasticidades. Obsérvese que el choque de demanda no necesariamente estará asociado a la demanda internacional. Procesos prolongados de recesión interna, o aumentos marcados en la concentración del ingreso que favorecen sectores con más alta propensión a importar, pueden deprimir más que proporcionalmente la demanda por bienes nacionales y generar el mismo tipo de movimiento hacia abajo de la curva de elasticidades relativas.

Figura 3. Efecto de un choque negativo de demanda



Nota:

- 1) En el cuadrante B, la caída de la demanda por los bienes de la periferia mueve la curva de elasticidades hacia abajo. Las elasticidades y el crecimiento relativo de la periferia estarán dadas ahora por el punto Z y ya no por el punto X. ($X \rightarrow Z$)
- 2) En el cuadrante A, el menor crecimiento de la periferia reduce el aprendizaje y mueve la curva de productividades relativas hacia atrás, generando un nuevo patrón de especialización representado por N^2 . ($N^1 \rightarrow N^2$)
- 3) La menor diversificación reduce las elasticidades (punto Y en el cuadrante B) y el crecimiento relativo (punto Y en cuadrante C). El punto Z es solo un intermediario entre X y Y. ($Z \rightarrow Y$)
- 4) Como aún no se absorbió por completo la heterogeneidad en el nuevo equilibrio Y, se supuso que el salario real relativo periferia-centro no se alteró a lo largo del proceso de ajuste al choque negativo.

Caso 2: Un choque positivo en las elasticidades y el riesgo de la enfermedad holandesa

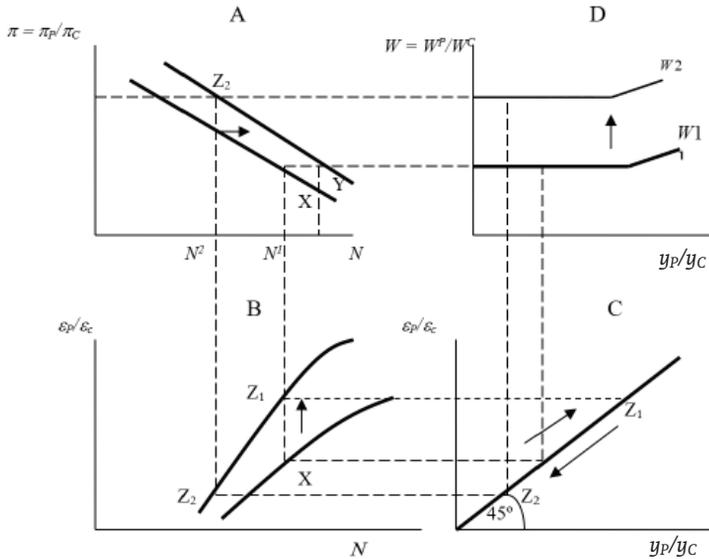
Imagínese ahora un choque positivo en la economía internacional que mueva la curva de elasticidades hacia arriba. Inicialmente esto impacta de forma positiva en el crecimiento y aun en la diversificación, al operar el súper multiplicador harrodiano del comercio internacional. Pero si los salarios relativos aumentan a un nuevo nivel en función de la valorización real de la moneda local (es decir, moneda de la periferia), sea que los

salarios nominales aumentan dado el tipo de cambio, sea por una caída del tipo de cambio nominal, o por una combinación de ambos,²³ entonces W se desplaza hacia arriba, de W_1 para W_2 (ver figura 4). La valorización real de la moneda reduce la diversificación productiva de la periferia y ello a su vez compromete el crecimiento y el aprendizaje. El resultado final es una estructura productiva donde los sectores de mayor intensidad tecnológica tendrán un peso menor (N más bajo). La enfermedad holandesa es precisamente una situación en la que el aumento de W es de tal magnitud que la economía emerge del choque positivo con menor producción de transables. En nuestro modelo, la pérdida de transables se da en los sectores más intensivos en tecnología, lo que configura un cuadro más grave.

Este resultado no es inevitable. Si se controlara el impacto sobre W del choque positivo de la demanda internacional, habría un proceso de diversificación de la estructura estimulado por la demanda internacional. Más aún, si las rentas de los recursos naturales se usaran para invertir en educación y promover sectores intensivos en conocimiento, elevando el valor de la tasa de aprendizaje α , estaríamos aproximándonos al caso perfectamente opuesto al de la enfermedad holandesa, esto es, al de la construcción sostenida de capacidades tecnológicas más sofisticadas a partir del *boom* exportador, como lo prevé la *staple theory* y el *vent for surplus*. La forma en que las políticas reaccionan al choque, tanto en el campo de la macroeconomía (administración del tipo de cambio) como en el de las políticas industriales y tecnológicas, define qué tipo de trayectoria será predominante.

23 A pesar de que esto no está explícitamente modelado en la caja de herramientas, puede imaginarse que durante el boom de *commodities* hay una tendencia a que el capital externo acuda a la economía donde ocurre la expansión, como se ha mencionado antes. Expectativas optimistas de crecimiento y superávit externo hacen que la entrada de capital tienda a acentuarse. Esto obviamente es un factor más que impulsa hacia abajo la tasa de cambio real y hacia arriba la curva salarios relativos. Un análisis del problema puede encontrarse en Bresser-Pererira (2008). Sobre los efectos del tipo de cambio real en el crecimiento y el empleo en economías en desarrollo, ver Rapetti *et al.* (2009); sobre la importancia del cambio real en la dinámica macroeconómica latinoamericana, ver Frenkel y Rapetti (2011).

Figura 4. El caso de la enfermedad holandesa



Nota:

- 1) La situación inicial es dada por los puntos X de los cuadrantes A y B y el nivel de diversificación N^1 . El movimiento comienza en el cuadrante B con una mejora de elasticidades que desplaza hacia arriba la curva de elasticidades. ($X \rightarrow Z_1$)
- 2) El empuje al crecimiento (de X para Z_1) se convierte en aprendizaje, moviendo la curva de productividades relativas hacia la derecha. Si el tipo de cambio real permaneciera constante, tendríamos que un choque positivo de demanda permitiría explotar los rendimientos crecientes, estimulando una mayor diversificación (hacia el punto Y en el cuadrante A, que también implica mayor crecimiento en equilibrio, no representado en el gráfico).
- 3) Sin embargo, en este caso hay un marcado incremento del cambio real, lo que se representa por el movimiento de la curva W_1 para W_2 en el cuadrante D. Este movimiento se explica por tasas mayores de inflación en la periferia o por una caída del tipo de cambio nominal, lo que conlleva la valorización real de la moneda. ($W_1 \rightarrow W_2$)
- 4) La valorización real reduce los sectores competitivos en la economía internacional y redefine la estructura productiva de tal forma que la diversificación es menor después del ajuste. Con el nuevo salario relativo, la especialización se da en N_2 y la tasa de crecimiento estará dada por Z_2 . ($N^1 \rightarrow N^2$; $Z_1 \rightarrow Z_2$)
- 5) Al final del proceso, la periferia se volvió más dependiente de sus exportaciones de commodities y la tasa de aprendizaje es menor. Como lo prevé la enfermedad holandesa, se producen menos transables. Con ello, en el largo plazo, se reduce el crecimiento relativo, a pesar del efecto muy positivo del boom inicial.

Caso 3: Rápida liberalización comercial

En los años setenta se realizaron los primeros ensayos de liberalización comercial en América Latina, básicamente en el Cono Sur de la región (Argentina, Chile y Uruguay), los que fueron posteriormente revertidos ante el impacto de la crisis de la deuda externa de los años ochenta. Sin embargo, el movimiento hacia la liberalización comercial retornará de forma mucho más generalizada y persistente a partir de fines de los ochenta, acelerándose a partir de 1990, ya bajo condiciones externas más favorables (Stalling y Peres, 2000). Supondremos inicialmente una economía que tiene restricciones a las importaciones y que estas son removidas. ¿Qué efectos sobre el crecimiento y la heterogeneidad pueden esperarse de la liberalización usando la caja de herramientas de la TDE?

Para responder esta pregunta, debe tenerse en cuenta que la liberalización comercial tiene dos tipos de efectos, que afectan parámetros distintos del sistema. El primero de ellos es un aumento de la elasticidad ingreso de las importaciones, en la medida en que bienes antes muy protegidos pasan a ser importados. El componente importado del consumo y la inversión, por lo mismo, aumenta. Por otro lado, al retirarse la protección se pueden importar bienes de capital e insumos a precios más bajos, lo que favorece la competitividad. La experiencia latinoamericana sugiere que lo que predomina es el aumento de las elasticidades ingreso de las importaciones frente al de las exportaciones. La liberalización comercial rápida y unilateral, tal como fue implementada en América Latina en los noventa, por lo tanto, equivale a un choque negativo de elasticidades (cae ε).

Sin embargo, hay un segundo efecto de la liberalización, relacionado con el progreso técnico. La mayor exposición a la competencia externa obliga a las empresas a absorber más intensamente la tecnología. Aquellas que logran permanecer en el mercado deben hacerlo a partir de niveles más altos de productividad relativa. La relación micro-macro es central (Katz, 1997; Peres y Reinhardt, 2000). Esto se ilustra en la figura 5 por medio de una curva de productividades relativas más inclinada, que sugiere una absorción más intensa de tecnología en un grupo localizado de industrias (aumentos de a y de b). Este grupo de industrias es aquel con menor brecha de productividad y menor intensidad tecnológica. En la figura 5 se supuso además que la política cambiaria no se modifica, de tal forma que todos los efectos de la liberalización comercial se resumen en cambios en las elasticidades y el progreso técnico.

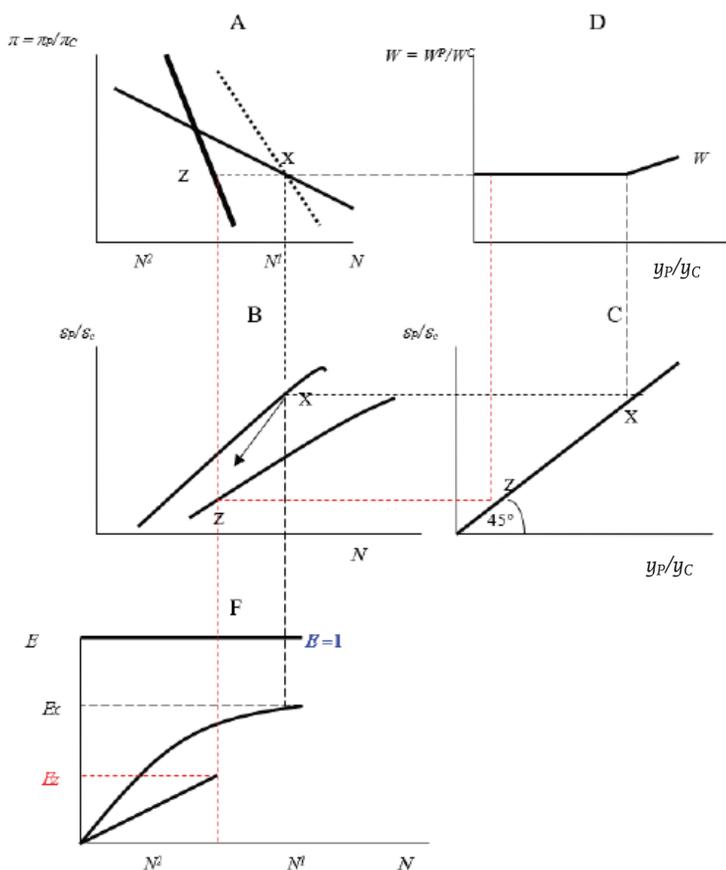
El cuadrante B de la figura 5 muestra el efecto sobre las elasticidades de la liberalización, mientras que el cuadrante C traduce dicho efecto en términos de tasas relativas de crecimiento entre periferia y centro. El cuadrante A, a su vez, muestra cómo la liberalización comercial afecta las productividades relativas. El resultado neto es una reducción de la diversificación productiva y un aumento de la heterogeneidad estructural, ya que se contrae el sector moderno y aumentan las asimetrías en su interior. Eso puede verse en el gráfico F, que muestra que el empleo total en el sector moderno después de la liberalización es inferior al que existía antes. Los resultados del ejercicio teórico de hecho coinciden con la evidencia empírica disponible para América Latina. Algunos investigadores han reportado de forma consistente que la brecha agregada de productividad aumentó después de la liberalización comercial, y también lo hicieron el desempleo y la informalidad (Infante y Sunkel, 2008).

Sin embargo, es importante resaltar que no debe deducirse de la discusión anterior que la liberalización comercial sea negativa. Desde el punto de vista de las políticas públicas, lo importante es aprovechar el poderoso estímulo que el comercio ofrece al aprendizaje para combinarlo con una mayor diversificación productiva.²⁴ En efecto, el análisis anterior y lo discutido en el tercer apartado indican que hay fuerzas endógenas que pueden conducir la economía a trampas de bajo crecimiento, pero tales fuerzas pueden ser moderadas, detenidas o aun revertidas por medio de políticas. Cabe a las políticas introducir el empuje exógeno que retire la economía de dicha trampa. Como en el caso de la enfermedad holandesa, políticas del lado de la oferta que aumenten la tasa de aprendizaje de la periferia (aumentando α o reduciendo b) pueden inducir procesos de cambio estructural y crecimiento, junto con políticas de estímulo a la demanda efectiva interna y externa (cambios en ε).

Así, en la figura 5 se observa (línea punteada) que una combinación de política tecnológica (que eleve tanto a como α), y una depreciación de la tasa de cambio (que traslade la línea W hacia abajo), puede recuperar las tasas de crecimiento y de empleo acumulado en el sector moderno a los niveles anteriores a la liberalización, ahora con menores niveles de la brecha tecnológica, y por lo tanto con mayores niveles absolutos de productividad.

²⁴ Hay evidencias fuertes que indican un gradual retorno de las políticas industriales en la región (Peres, 2009).

Figura 5. Liberalización unilateral

**Nota:**

a) Con la liberalización comercial algunos sectores pierden competitividad y desaparecen, mientras que los que permanecen competitivos alcanzan una mayor productividad relativa. El cuadrante B muestra el choque en las elasticidades (movimiento hacia abajo de la curva de elasticidades relativas) y el cuadrante A muestra el choque sobre la curva de productividades (movimientos del punto X para el punto Z). Esta última se mueve hacia la derecha y se torna más inclinada.

b) Como el total de sectores modernos disminuye, así como el empleo acumulado en el sector moderno (que cae de E_x para E_z , en el cuadrante F), y como al mismo tiempo aumentan las diferencias de productividad entre sectores, entonces la heterogeneidad estructural de la economía también sufrirá un aumento.

c) Políticas orientadas al aprendizaje, combinadas con una política de desvalorización de la moneda, pueden reconducir la economía a su tasa de crecimiento relativo inicial, con

niveles absolutos más altos de productividad relativa. En el cuadrante A la línea punteada indica el desplazamiento necesario de la productividad relativa para volver a X.

d) Resultados análogos podrían lograrse aumentando el tipo de cambio (e) o estimulando las exportaciones (por medio de una combinación de choques positivos en el aprendizaje o en la demanda ε). Es importante observar que cada uno de esos caminos tiene efectos sobre la distribución del ingreso, ya que un aumento del tipo de cambio reduce el salario relativo de la periferia.

Comentarios finales

La teoría estructuralista del desarrollo busca identificar las razones por las cuales las desigualdades en productividad, crecimiento e ingresos por habitante se mantienen o se amplían a lo largo del tiempo, tanto en la economía internacional como dentro de las economías rezagadas. Esta teoría sugiere que dichas tendencias devienen de las estructuras productivas del centro y la periferia. En efecto, el progreso técnico penetra de forma asimétrica, generando una estructura diversificada y homogénea en el centro, y especializada y heterogénea en la periferia.

La interacción entre centro y periferia reproduce las asimetrías tecnológicas y de ingresos en el tiempo, con especificidades propias de cada período histórico. Para ello concurren diversos mecanismos acumulativos en el proceso de aprendizaje y construcción de capacidades, como los estudiados por la teoría evolucionista. Si el proceso de desarrollo se libra a sus propias fuerzas, es muy probable que las economías periféricas no consigan salir de una trampa de bajo crecimiento y de bajo aprendizaje (salvo durante períodos de buena suerte en la *commodity lottery*). Esta trampa reproduce patrones de empleo y distribución regresivos, asociados a una baja participación de las actividades intensivas en tecnología.

Pero la reproducción de las asimetrías centro-periferia se asocia también con la evolución de variables que están más allá de lo tecnológico. Una rica tradición en el pensamiento estructuralista se ha ocupado de las dinámicas sociales y políticas que afectan el ambiente institucional y los incentivos al aprendizaje y que refuerzan los mecanismos acumulativos del cambio técnico. Si bien la dinámica social no es abordada en este trabajo, debe resaltarse que no hay nada de inevitable o inmutable en el sendero de crecimiento de la periferia. Las políticas no son completamente endógenas a la estructura. Más que por un juego de ajedrez en el que cada pieza solo puede ejecutar movimientos rígidamente predeterminados, la idea de desarrollo se representa mejor por la imagen de Borges del jardín de los senderos que se bifurcan: hay trayectorias di-

versas que se van descubriendo y revelando a partir de decisiones estratégicas, que requieren cierta creatividad e invención en cada momento. Es necesario recuperar la percepción de que hay estilos de desarrollo y que la sociedad puede ejercer su capacidad de escoger entre futuros alternativos. Sin duda, en cada momento hay restricciones específicas, tanto en el plano tecnológico como en la estructura productiva y social. Decisiones estratégicas son precisamente las que se toman con el objetivo de ir gradualmente desplazando las restricciones en el tiempo, en lugar de confirmarlas y reforzarlas.

Vale la pena destacar que para entender correctamente las tensiones sociales que genera el subdesarrollo, así como los desafíos políticos que deben enfrentarse para su superación, es necesario entender cómo la dinámica de la estructura productiva y de la competencia internacional condiciona los agentes sociales y distribuye entre ellos costos y beneficios. El mundo subyacente a los conflictos y opciones de política es un mundo de cambio estructural, asimetrías y procesos endógenos de divergencia, como los describe el estructuralismo. Es por ello que esta corriente de pensamiento permanece como un marco analítico útil tanto para entender la dinámica macro y micro del desarrollo, como para pensar en las políticas de superación de la condición periférica.

Bibliografía

- Araujo, R. A. y Lima, G. (2007). "A Structural Economic Dynamics Approach to Balance of Payments Constrained Growth". *Cambridge Journal of Economics*, vol. 31, n° 5, pp. 755-774.
- Arthur, W. B. (1994). *Increasing Returns and Path-Dependence in Economics*. Ann Arbor: Michigan University Press.
- (1989). "Competing Technologies, Increasing Returns and Lock-In by Historical Events". *Economic Journal*, vol. 99, n° 1.
- Atkinson, A. y Stiglitz, J. (1969). "A New View of Technological Change". *Economic Journal*, vol. 79, n° 315, pp. 573-557.
- Bell, M. (2006). "Time and Technological Learning in Industrialising Countries: How Long Does It Take? How Fast Is It Moving (If at All)?". *International Journal of Technology Management*, vol. 36, n° 1-3, pp. 25-39.

- Bértola, L. y Ocampo, J. A. (2010). *Desarrollo, vaivenes y desigualdad: Una historia económica de América Latina desde la Independencia*. Madrid: SEGIB.
- Bielshowski, R. (2009). “Sixty Years of ECLAC: Structuralism and Neo-Structuralism”. *CEPAL Review*, abril, pp. 171-192.
- Blecker, R. (2009). “Long-Run Growth in Open Economies: Export-Led Cumulative Causation or a Balance-of-Payments Constraint?”. Trabajo presentado en 2nd Summer School on “Keynesian Macroeconomics and European Economic Policies”. Research Network Macroeconomics and Macroeconomic Policies, 2-9 de agosto. Berlín.
- Botta, A. (2009). “A Structuralist North-South Model of Structural Change, Economic Growth and Catching up”. *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 20, pp. 61-73.
- Bresser-Pereira, L. C. (2008). “Dutch Disease and its Neutralization: a Ricardian Approach”. *Brazilian Journal of Political Economy*, vol. 28, n° 1, pp. 47-71.
- CEPAL (1955). *Estudio económico de América Latina, 1954*. Santiago de Chile: ECLAC.
- (2007). “Progreso técnico y cambio estructural en América Latina”. División de Desarrollo Productivo, Santiago de Chile: CEPAL.
- (2010). *Tiempo para la igualdad: abriendo senderos, cerrando brechas*. Santiago de Chile: CEPAL, Naciones Unidas.
- (2012). *Cambio estructural para la igualdad: una visión integrada del desarrollo*. Santiago de Chile: CEPAL, Naciones Unidas.
- Cimoli, M. (1988). “Technological Gaps and Institutional Asymmetries in a North-South Model with a Continuum of Goods”. *Metroeconomica*, vol. 39, n° 3, pp. 245-274.
- Cimoli, M. y Dosi, G. (1995). “Technological Paradigms, Patterns of Learning and Development: An Introductory Roadmap”. *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 5, n° 3, pp. 243-268.
- Cimoli, M. y Porcile, G. (2010). “Specialization, Wage Bargaining and Technology in a Multigoods Growth Model”. *Metroeconomica*, vol. 61, n° 1, pp. 219-238.

- (2011a). “Global Growth and International Cooperation: a Structuralist Perspective”. *Cambridge Journal of Economics*, vol. 35, n° 2, pp. 383-400.
- (2011b). “Learning, Technological Capabilities and Structural Dynamics”. En Ocampo, J. A. y Ros, J. (2011), *The Oxford Handbook of Latin American Economics*. Oxford: Oxford University Press.
- Cimoli, M.; Porcile, G. y Rovira, S. (2010). “Structural Change and the BOP Constraint: Why Did Latin America Fail to Converge?”. *Cambridge Journal of Economics*, vol. 34, n° 2, pp. 389-411.
- Dosi, G. (1988). “Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation”. *Journal of Economic Literature*, vol. 26, n° 3, pp. 1120-1171.
- Dosi, G.; Pavitt, K. y Soete, L. (1990). *The Economics of Technical Change and International Trade*. Brighton: Wheatsheaf.
- Fajnzylber, F. (1990). “Industrialization in Latin America: From the ‘Black Box’ to the Empty Box”. *Cuadernos de la CEPAL*, n° 60, agosto de 1990.
- Ffrench-Davis, R. (2012). “Employment and Real Macroeconomic Stability: The Regressive Role of Financial Flows in Latin America”. *International Labour Organization*, vol. 151, n° 1-2, pp. 21-41.
- Ffrench-Davis, R. y Ocampo, J. (2001). “The Globalization of Financial Volatility”. En Ffrench-Davis, R. (comp.), *Financial Crises in ‘Successful’ Emerging Economies*. Washington, DC: Brookings Institution Press/ECLAC,
- Freeman, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. Londres: Pinter.
- Frenkel, R. (2004). “From the Boom in Capital Inflows to Financial Taps”. ECLAC Research Project on *Management of Volatility, Financial Globalization and Growth*.
- Frenkel, R. y Rapetti, M. (2011). “Exchange Rate Regimes in Latin America”. En Ocampo, J. A. y Ros, J., *The Oxford Handbook of Latin American Economics*. Oxford: Oxford University Press.
- Gouvea, R. R. y Lima, G. T. (2010). “Structural Change, Balance of Payments Constraint and Economic Growth : Evidence from the Multi-Sectoral Thirlwall’s Law”. *Journal of Post Keynesian Economics*, vol. 33, n° 1, pp. 169-204.

- Holland, M.; Vieira, F. V. y Canuto, O. (2004). "Economic Growth and the Balance of Payments Constraint in Latin America". *Investigación Económica*, vol. LXIII, n° 247.
- Hounie, A.; Pittaluga, L.; Porcile, G. y Scatolin, F. D. (1999). "La CEPAL y las Nuevas Teorías del Crecimiento Endógeno". *Revista de la CEPAL*, vol. 68, pp. 7-33.
- Infante, R. y Sunkel, O. (2009). "Chile: Hacia un desarrollo inclusivo". *Revista de la CEPAL*, n° 98, pp. 135-154.
- Jayme, F. G. (2003). "Balance of Payments Constrained Economic Growth in Brazil". *Brazilian Journal of Political Economy*, vol. 3, n° 1.
- Katz, J. (1987). *Technology Generation in Latin American Manufacturing Industries: Theory and Case-Studies Concerning its Nature, Magnitude and Consequences*. Londres: The Macmillan Press.
- (1997). "Structural Reforms, the Sources and Nature of Technical Change and the Functioning of the National Systems of Innovation: The Case of Latin America". Trabajo presentado en el STEPI International Symposium on Innovation and Competitiveness in NIES", mayo. Seúl, Corea.
- Kregel, J. (2009). "Managing the Impact of Volatility in International Capital Markets in an Uncertain World". *Economics Working Paper Archive*, n° 558, The Levy Economics Institute.
- Krugman, P. (1979). "A Model of Innovation, Technology Transfer, and the World Distribution of Income". *Journal of Political Economy*, vol. 87, n° 2, pp. 253-266.
- Lall, S. (1997). "Technological Change and Industrialisation in the Asian NIES: Achievements and Challenges". Trabajo presentado en el STEPI International Symposium on Innovation and Competitiveness in NIES", mayo. Seúl, Corea.
- León-Ledesma, M. A. (2002). "Accumulation, Innovation and Catching-up: an Extended Cumulative Growth Model". *Cambridge Journal of Economics*, vol. 26, pp. 201-216.
- McCombie, J. S. L y Thirlwall, A. P. (1994). *Economic Growth and the Balance of Payments Constraint*. Nueva York: St. Martin Press.
- Metcalfe, J. S. (2001). "Institutions and Progress". *Industrial and Corporate Change*, vol. 10, n° 3, pp. 561-586.

- Moreno-Brid, J. (2003). "Capital Flows, Interest Payments and the Balance of Payments Constrained Growth Model: A Theoretical and Empirical Analysis". *Metroeconomica*, vol. 54, pp. 346-365.
- Narula, R. (2004). "Understanding Absorptive Capacities in an Innovation Systems Context: Consequences for Economic and Employment Growth". *DRUID Working Paper* n° 04-02, diciembre.
- Nelson, R. (comp.) (1993). *National Systems of Innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- Ocampo, J. A.; Rada, C. y Taylor, L. (2009). *Growth and Policy in Developing Countries: A Structuralist Approach*. Oxford: Oxford University Press.
- Patel, P. y Pavitt, K. (1998). "Uneven (and Divergent) Technological Accumulation Among Advanced Countries: Evidence and a Framework of Explanation". En Dosi, G.; Teece, D. J y Chytry, J., *Technology, Organization and Competitiveness*. Oxford: Oxford University Press.
- Pavitt, K. (1984). "Sectoral Patterns of Technological Change: Towards a Taxonomy and a Theory". *Research Policy*, vol. 13, n° 6, pp. 343-375.
- Peres, W. (2009) "The (Slow) Return of Industrial Policies in Latin America". En Cimoli, M.; Dosi, G. y Stiglitz, J. E. (comps.), *Industrial Policy and Development*. Oxford: Oxford University Press.
- Peres, W. y Reinhardt, N. (2000). "Latin America's New Economic Model: Micro Responses and Economic Restructuring". *World Development*, vol. 28, n° 9.
- Pérez, E. y Vernengo, M. (2011). "Portrait of the Economist as a Young Man: Raúl Prebisch's Evolving Views on the Business Cycle and Money, 1919-1949". *Working Paper Series*, Department of Economics, University of Utah.
- Pinto, A. (1970). "Heterogeneidad estructural y modelo de desarrollo reciente de la América Latina". En Pinto, A., *Inflación: raíces estructurales*. México: Fondo de Cultura Económica.
- (1976), "Naturaleza e implicaciones de la heterogeneidad estructural de la América Latina". *El Trimestre Económico*, vol. 37, n° 1.

- Porcile, G. (2011). "Heterogeneidad estructural y desarrollo". En Infante, R. (comp.), *El desarrollo inclusivo en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Prebisch, R. (1949). *El desarrollo económico de América Latina y sus principales problemas*. Nueva York: United Nations.
- (1955). "Commercial Policy in the Underdeveloped Countries". *American Economic Review*, vol. 49, pp. 251-273.
- (1963). *Hacia una dinámica del desarrollo latinoamericano*. México: Fondo de Cultura Económica.
- (1976). "A Critique of Peripheral Capitalism". *Revista de la CEPAL*, n° 1, pp. 9-76.
- (1981). *Capitalismo periférico: crisis y transformación*. México: Fondo de Cultura Económica.
- (1986). "Notas sobre el intercambio desde el punto de vista periférico". *Revista de la CEPAL*, n° 28, pp. 195-206.
- Rapetti, M.; Razmi, A. y Skott, P. (2009). "The Real Exchange Rate as an Instrument of Developing Policy". *Working Paper*. Department of Economics, University of Massachusetts, Amherst.
- Rodríguez, O. (1977). "Sobre la concepción del sistema centro-periferia". *Revista de la CEPAL*, primer semestre.
- (1980). *La teoría del subdesarrollo de la CEPAL*. México: Siglo XXI.
- (2007). *El estructuralismo latinoamericano*. México: Siglo XXI.
- Romero, J. P.; Silveira, F. y Jayme Jr., F. (2011). "Brasil: cambio estructural y crecimiento con restricción de balanza de pagos". *Revista de la CEPAL*, n° 105, diciembre, pp. 185-208.
- Ros, J. (2002). *Economic Growth and Development Theory*. Michigan: Michigan University Press.
- Schumpeter, J. A. ([1911] 2004). *The Theory of Economic Development*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Setterfield, M. (2009). "Path Dependency, Hysteresis and Macrodynamics". En Arestis, P. y Sawyer, M. (comps.), *Path Dependency and Macroeconomics (International Papers in Political Economy 2009)*. Londres: Palgrave, Macmillan.

- Stalling, B. y Peres, W. (2000). *Growth, Employment and Equity: The Impact of Economic Reforms in Latin America and the Caribbean*. Washington, DC: Brookings Institution Press.
- Steindl, J. (1976). *Maturity and Stagnation in American Capitalism*. Nueva York: Monthly Review Press.
- Sunkel, O. (1978). “La dependencia y la heterogeneidad estructural”. *El Trimestre Económico*, vol. 45, n° 1, pp. 3-20.
- Thirlwall, A. P. (1979). “The Balance of Payments Constraint as an Explanation of International Growth Rate Differences”. *Banca Nazionale di Lavoro*, marzo, 128, pp. 45-53.
- (2011). “Balance-of-Payments Constrained Growth Models: History and Overview”. *Studies in Economics* 1111. Department of Economics, University of Kent.

La colección **Ciencia, Innovación y Desarrollo** se propone reunir la producción académica relacionada con las ciencias básicas y aplicadas, el desarrollo tecnológico, la innovación, el emprendedurismo y el desarrollo.

La economía evolucionista neoschumpeteriana de la innovación y el cambio tecnológico se ha desarrollado fuertemente en el mundo desde la década del ochenta del siglo pasado. Esta corriente buscó diferenciarse de la doctrina principal en economía al hacer hincapié en el carácter complejo de los sistemas económicos, en particular en lo que refiere a su capacidad de transformación endógena impulsada desde la innovación y el cambio tecnológico.

En la Argentina, el impacto de esta literatura se manifestó en la emergencia de equipos de investigación en varias instituciones, que han realizado importantes aportes, tanto teóricos como aplicados desde la especificidad de las economías en desarrollo. Resulta llamativo que gran parte de los trabajos de la economía evolucionista permanezca en inglés, inclusive los aportes de autores latinoamericanos que fueron publicados en revistas internacionales. Este hecho ha limitado la difusión de esta corriente más allá de los ambientes académicos especializados y ha restringido su uso en la docencia universitaria. Este volumen aporta a la difusión de esta corriente en castellano y, en especial, acerca contribuciones teóricas de autores argentinos y latinoamericanos.

Universidad Nacional
de General Sarmiento



Libro
Universitario
Argentino

