

DESARROLLO ECONÓMICO Y CAMBIO TECNOLÓGICO

Teoría, marco global e implicaciones
para México



Arturo Ranfla González
Miguel Ángel Rivera Ríos
René Caballero Hernández
(coordinadores)

Con la colaboración especial de José Luis Bátiz López



**Desarrollo económico
y cambio tecnológico**

Teoría, marco global
e implicaciones para México

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

José Narro Robles *Rector*
Eduardo Bárzana García *Secretario General*
Leopoldo Silva Gutiérrez *Secretario Administrativo*
Francisco José Trigo Tavera *Secretario de Desarrollo
Institucional*
Enrique Balp Díaz *Secretario de Servicios
a la Comunidad Universitaria*
César Iván Astudillo Reyes *Abogado General*

FACULTAD DE ECONOMÍA

Leonardo Lomeli Vanegas *Director*
Eduardo Vega López *Secretario General*
Porfirio Antonio Díaz Rodríguez *Secretario Administrativo*
Ricardo Iglesias Flores *Coordinador de Publicaciones*

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Juan Manuel Ocegueda Hernández *Rector*
Alfonso Vega López *Secretario General*
Blanca Rosa García Rivera *Vicerrectora campus Ensenada*
Ángel Norzagaray Norzagaray *Vicerrector campus Mexicali*
María Eugenia Pérez Morales *Vicerrectora campus Tijuana*
Norma Alicia Fimbres Durazo *Directora del Instituto
de Investigaciones Sociales*

Desarrollo económico y cambio tecnológico

Teoría, marco global
e implicaciones para México

Arturo Ranfla González
Miguel Ángel Rivera Ríos
René Caballero Hernández
(coordinadores)



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ECONOMÍA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
JUAN PABLOS EDITOR

México, 2015

Desarrollo económico y cambio tecnológico : teoría, marco global e implicaciones para México / Arturo Ranfla González, Miguel Ángel Rivera Ríos y René Caballero Hernández, coordinadores. -- México : Universidad Nacional Autónoma de México-Facultad de Economía : Universidad Autónoma de Baja California : Juan Pablos Editor, 2015.

1a edición

457 p. : ilustraciones ; 14 x 21 cm.

ISBN: 978-607-02-6619-5 UNAM

ISBN: 978-607-711-282-2 Juan Pablos Editor

T. 1. Desarrollo económico T. 2. Tecnología

T173.8 D47

DESARROLLO ECONÓMICO Y CAMBIO TECNOLÓGICO:
TEORÍA, MARCO GLOBAL E IMPLICACIONES PARA MÉXICO
de Arturo Ranfla González, Miguel Ángel Rivera Ríos
y René Caballero Hernández (coordinadores)

Primera edición: 2015

D.R. © Arturo Ranfla González, Miguel Ángel Rivera Ríos
y René Caballero Hernández (coordinadores)

D.R. © Universidad Nacional Autónoma de México, 2015
Facultad de Economía
Avenida Universidad 3000, Ciudad Universitaria
Coyoacán, 04510, México, D.F.

D.R. © Universidad Autónoma de Baja California, 2015
Avenida Álvaro Obregón s/n, col. Nueva
21100, Mexicali, Baja California

D.R. © Juan Pablos Editor, S.A., 2015
2a. Cerrada de Belisario Domínguez 19
Col. Del Carmen, Del. Coyoacán, 04100, México, D.F.
<juanpabloseditor@gmail.com>

Diseño de portada: Daniel Domínguez Michael

ISBN: 978-607-02-6619-5 UNAM

ISBN: 978-607-711-282-2 Juan Pablos Editor

Impreso y hecho en México
Printed and Made in Mexico

Juan Pablos Editor es miembro de la Alianza
de Editoriales Mexicanas Independientes (AEMI)
Distribución: TintaRoja <www.tintaroja.com.mx>

Índice

AGRADECIMIENTOS 11

PRESENTACIÓN

Desarrollo e innovación tecnológica, una agenda inconclusa
*Arturo Ranfla González, Miguel Ángel Rivera Ríos
y René Caballero Hernández* 13

PRIMERA PARTE

REFERENTE GLOBAL, TEORÍA Y ANÁLISIS

1. Crecimiento económico, cambio tecnológico
y globalización
Miguel Ángel Rivera Ríos 27

2. Desarrollo económico y cambio tecnológico.
Una revisión teórica y metodológica
*Miguel Ángel Rivera Ríos
y René Caballero Hernández* 63

3. Procesos económicos, desarrollo
tecnológico e instituciones: el papel de la
intencionalidad de los agentes
*Félix-Fernando Muñoz, María Isabel Encinar
y Nadia Fernández de Pinedo* 97

4. Un análisis microeconómico de los efectos de la innovación en el desarrollo y el bienestar social
Gustavo Vargas Sánchez
y Carlos Mario Rodríguez Peralta 143

SEGUNDA PARTE
 NUEVAS LÍNEAS DE ESTUDIO Y DEBATE

5. Innovación y salud: agentes, redes y desarrollo
Sergio Javier Jasso Villazul 175
6. Efecto de las innovaciones disruptivas sobre las redes globales de producción: el caso de la genómica y la industria farmacéutica
María de los Ángeles Pozas 205
7. Economía del conocimiento y movilidad de inventores mexicanos en la globalización
Jaime Aboites Aguilar y Claudia Díaz Pérez 241

TERCERA PARTE
 EXPERIENCIA HISTÓRICA: PAÍSES, TERRITORIOS,
 SECTORES Y EMPRESAS

8. Geografía del crecimiento económico y del (sub)desarrollo científico, tecnológico y de innovación regional en México
Isaac Leobardo Sánchez Juárez
y Rosa María García Almada 267
9. Evolución económica global y su impacto en la producción de cuatro zonas metropolitanas de Baja California y Chihuahua. Primera década del siglo XXI
Arturo Ranfla González y José Luis Batiz López 305

10. La industria maquiladora en Tijuana: retrospectiva sobre la integración y el sector electrónico
Araceli Almaraz Alvarado 381

11. La inserción de México en la cadena global de la industria del cemento y su adhesión a la iniciativa para la sostenibilidad del cemento
Paola Selene Vera Martínez
y Nadima Simón Domínguez 425

- SOBRE LOS AUTORES 451

Agradecimientos

Este libro reúne la mayor parte de las ponencias presentadas en el seminario del mismo nombre llevado a cabo en la Facultad de Economía de la UNAM del 27 al 29 de mayo de 2014. La convocatoria al seminario la realizaron conjuntamente la Facultad de Economía de la UNAM, El Colegio de la Frontera Norte y el Instituto de Ciencias Sociales de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) Campus Mexicali. La inauguración del evento estuvo a cargo del doctor Leonardo Lomelí Vanegas, director de la Facultad.

Los coordinadores de esta obra están agradecidos a los autores, a la vez ponentes, por el esfuerzo adicional realizado para organizar y en ocasiones reescribir parte de sus ponencias, para adecuarlas al proyecto y formato de libro, tal como se explica más adelante en la Presentación.

El trabajo editorial fue resultado de un esfuerzo conjunto entre la Facultad de Economía y el Instituto de Ciencias Sociales de la UABC, que se concretó en un acuerdo de coedición, en el que participó Juan Pablos Editor. El financiamiento del seminario y de parte de la edición provino de Conacyt-Proyecto de Ciencia Básica 2009-133251. Los fondos complementarios los aportó la UABC y Juan Pablos Editor.

Queremos hacer especialmente patente nuestro reconocimiento a la doctora Norma Alicia Fimbres Durazo, directora del Instituto de Investigaciones Sociales de la UABC, por su constante apoyo para formalizar el acuerdo para la publicación conjunta entre ambas universidades. Igualmente agradecemos a los estudiantes que realizaron su Servicio Profesional de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales,

particularmente a Li Ts Ing Cisneros Ocampo y Cinthia Villagrana Medina, que nos apoyaron en el Instituto de Investigaciones Sociales de la UABC en el procesamiento de datos que aparecen en cuadros y gráficas, principalmente en el capítulo 9.

El licenciado Porfirio Díaz Rodríguez, secretario administrativo de la Facultad de Economía intervino personalmente para asegurar la continuidad de las actividades editoriales. En el Departamento de Publicaciones de la misma facultad contamos con el apoyo de Eladio Periañez, Beatriz Soto y Adriana Mendieta López.

Nuestro más amplio reconocimiento a Blanca Sánchez, un pilar de la industria editorial mexicana; su deferencia y probidad profesional hacen más grato y sencillo el trayecto a las manos del lector. El equipo de trabajo de Juan Pablos Editor es igualmente acreedor a nuestro agradecimiento.

Los coordinadores

Presentación
Desarrollo e innovación tecnológica,
una agenda inconclusa

*Arturo Ranfla González
Miguel Ángel Rivera Ríos
René Caballero Hernández*

Desde mediados de los años ochenta ha habido una interesante aproximación de los estudios sobre desarrollo económico con los tratamientos sobre cambio tecnológico o innovación. Los autores que ejercieron la mayor influencia para establecer esta nueva orientación fueron los padres del evolucionismo moderno: Richard Nelson y Sidney Winter. Los procesos históricos fueron también decisivos, porque la industrialización de Corea del Sur y Taiwán parecía poner de manifiesto, si no la innovación en el sentido schumpeteriano, al menos la extraordinaria relevancia de la transferencia internacional de tecnología o más bien de conocimiento tecnológico de países industrializados hacia aquellos que estaban en las etapas iniciales de la industrialización.

Una de las contribuciones más importantes de los autores representativos como Bell, Pavitt, Westphal, Pack y otros, radica en el postulado de que la industrialización tardía sólo tendrá éxito si las empresas y por ende trabajadores, gerentes e ingenieros aprenden a utilizar eficientemente la tecnología importada. El planteamiento de este postulado iba en dirección contraria al saber convencional que había sido establecido por Arrow, de que el uso de los sistemas industriales se aprende de manera natural sobre la marcha, con la experiencia y no se requiere un esfuerzo adicional. La visión de Arrow conjugaba con las primeras políticas de industrialización practicadas en las economías más grandes de América Latina durante la era de sustitución de importaciones: poner a funcionar en empresas nuevas o en otras ya establecidas el equipo de capital importado; las mejoras de eficiencia

vendrían invariablemente en la medida de la llamada curva de aprendizaje. Estos enfoques empezaron a generar grandes dudas cuando se advirtieron, a partir de la segunda mitad de los años sesenta, las crecientes diferencias de desempeño entre los tigres asiáticos y los países de América Latina.

No sólo la teoría de la innovación sino una vertiente de la teoría del conocimiento ayudaron a comprender los resultados más bien pobres de las políticas de industrialización basada en el incremento *per se* de la capacidad productiva. A partir de una concepción integrada en la que la tecnología se concibe como conocimiento útil, se subrayó la importancia del aprendizaje tecnológico, o de la acumulación de capacidades tecnológicas, diferenciando entre capacidad de producción y capacidad tecnológica. La dicotomía conocimiento tácito y genérico ha sido una de las distinciones más importantes recuperada en estos enfoques, así como la diferencia entre tecnología incorporada y no incorporada y más adelante, la del saber cómo y del saber por qué funciona una tecnología.

Los estudios pioneros que se publicaron a partir de la segunda mitad de los años ochenta fueron seguidos por una copiosa producción que sirvió para renovar la teoría del desarrollo que estaba estrechamente asociada al principio de la acumulación de capital. En esa bibliografía se pone de manifiesto que se requiere un conocimiento diferente para producir a un nivel dado, para elevar la producción y para introducir mejoras en los sistemas productivos. La incapacidad para captar el componente tácito del conocimiento explica en buena medida las fallas operativas y la falta de competitividad internacional de las plantas siderúrgicas y del conjunto de la industria pesada que empezó a desarrollarse en América Latina a partir de los años sesenta.

No debe olvidarse que los autores de filiación tecnológica sistematizaron y dieron coherencia interpretativa a la industrialización asiática, pero tuvieron menor impacto al tratar de integrar y ofrecer un cuerpo prescriptivo para el resto de los países subdesarrollados. Pareció que no basta poner a disposición de los “tomadores de decisiones” la información de mayor calidad de cómo avanzar en las sucesivas etapas del aprendizaje tecnológico. Por eso no es raro que Bell y Pavitt en su influyente artículo declararan que hay muchos aspectos

poco comprendidos en el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en países en desarrollo. Igualmente, pese a sus invaluable aportaciones, estos estudios tuvieron ciertos sesgos metodológicos preocupantes: el más notorio de ellos, pero que ha sido poco discutido, en la adopción del enfoque *organizativo* del cambio tecnológico (el cambio tecnológico aotado a la empresa), que es sin duda válido para los países desarrollados, pero presenta limitaciones para el estudio de la industrialización tardía; el enfoque organizacional implica “abstraerse” del marco nacional del proceso de acumulación de capacidades tecnológicas, perdiendo de vista conexiones cruciales. Otra cuestión digna de reflexión es la relación directa entre crecimiento económico y cambio tecnológico. En algunas interpretaciones, afortunadamente no en todas, parece sugerirse que basta que las oportunidades tecnológicas estén presentes para que se acelere el crecimiento y el desarrollo económico. Otra cuestión es el relativo desinterés en la difusión de las innovaciones como requisito indispensable para traducir “las nuevas combinaciones” en crecimiento económico para la nación o para parte de ella.

El reconocimiento de la enorme relevancia de la aproximación entre los estudios del desarrollo y los del cambio tecnológico ha llevado a reunir las aportaciones que conforman este libro. En algunos de los capítulos se tratan temas y problemas que se mencionan antes o se abordan otros tópicos que están en la intersección de ambas teorías. El propósito principal del libro es abrir la discusión, partiendo de un planteamiento en que evalúa críticamente la aproximación entre los estudios del desarrollo y los del cambio tecnológico.

La primera parte del libro aborda la relación entre crecimiento, cambio tecnológico y globalización. En el primer capítulo Rivera propone un modelo teórico relacional, basado en Marx y Schumpeter, que toma como punto de partida lo que el segundo autor llamó la *inestabilidad del capitalismo*. Bajo ese marco teórico se concibe la dinámica capitalista como inestable y discontinua, configurando ciclos económicos de distinta duración. El papel del cambio tecnológico revolucionario consiste en generar las fuentes de impulso de largo plazo, pero que el proceso resultante es inestable por razones de necesidad o endógenas al sistema capitalista.

En la medida anterior, pero sobre todo por la creciente complejidad del capitalismo, la crisis periódicas siguen cierto patrón general, pero cada crisis y sobre todo las crisis fundamentales o estructurales tienen su especificidad, insiste Rivera. El autor menciona la preponderancia que ha tenido el factor tecnológico desde fines del siglo XIX, la creciente incidencia del crédito (o capital financiero) y la aparición de un nuevo patrón geoespacial de la reproducción del capital, que ha propiciado ondas expansivas más poderosas, pero a su vez más desestabilizadoras.

Rivera argumenta que es tan importante definir los fundamentos de la nueva tecnología (de la información y la comunicación o digital), como su utilización en calidad de medio de valorización o lucratividad capitalista. Esto último requiere un régimen específico que, inspirándose en Castells, llama informacionalismo. Por último, Rivera, como parte de su discusión del ciclo global reciente —que se extendió por dos décadas y media—, que califica de débil por su ritmo de crecimiento, revisa las circunstancias de la culminación en una crisis financiera detonada en 2008. En dicha crisis está presente el exceso de liquidez, como factor universal, pero su singularidad reside en la persistencia e inclusive elevamiento del exceso de capital en un contexto semirrecesivo.

Enseguida Rivera y Caballero en el capítulo 2, titulado “Desarrollo económico y cambio tecnológico. Una revisión teórica y metodológica”, efectúan un recorrido en el que evalúan los cambios de estatuto que ha experimentado la teoría del desarrollo desde su origen en los años cuarenta hasta la actualidad. El eje de su exposición es que no hay una sino varias teorías del desarrollo, por lo que cabe hablar de sucesivas generaciones, mediadas por fracturas, replanteamientos parciales y giros analíticos.

Los autores señalan que la reforma neoliberal representa un triunfo parcial de los enfoques ortodoxos que se habían eclipsado a raíz de la crisis de 1929. Sin embargo, desde fines de los años ochenta se ha formado una poderosa corriente heterodoxa de la que forman parte los estudios “tecnologistas”, pero también participan otras corrientes novedosas. El debate entre ortodoxia y heterodoxia continúa, aunque la credibilidad de los enfoques de equilibrio general y expectativas ra-

cionales ha menguado por los pobres resultados de las reformas neoliberales. Pero en tanto no se articula una estrategia alternativa, tampoco la balanza de estrategia y política se inclina hacia la vertiente heterodoxa, parecen sugerir los autores.

En un intento por avanzar, Rivera y Caballero, en el segundo capítulo revisan algunas de las aportaciones de la llamada nueva teoría del desarrollo, que constituye una propuesta transdisciplinaria, proponiendo diferenciar entre lo que es óptimo en sentido económico y lo que es posible en términos políticos. La conclusión de ambos autores gira en torno a esa distinción de que el desarrollo económico debe ser concebido como un cambio en la forma en que funciona la sociedad; más que la adición de capital y la agenda estratégica que se puede desprender de estos postulados debe reconocer la conexión entre lo económico y lo político.

En el tercer capítulo, Muñoz *et al.* parten del señalamiento de la importancia de la intencionalidad, racionalidad y naturaleza interactiva de la acción humana en los procesos económicos, específicamente en el desarrollo tecnológico. En general, observan los autores, la ciencia económica procede en sus teorías bajo el supuesto de que los objetivos o fines de los agentes están dados, por lo que queda bien definido el lugar de intencionalidad. Por la consideración anterior la perspectiva de este capítulo es hacia los procesos autoorganizados de descoordinación y recoordinación de reglas genéricas; las reglas genéricas se ven actualizadas a lo largo del curso de la historia.

La evolución económica consiste, señalan, en el proceso de cambio en la mesoestructura a través de una mesotrayectoria. La continua ruptura del equilibrio activa los procesos de recoordinación genérica y de cambio cualitativo propios de la evolución económica. En ese contexto, la intencionalidad de los agentes desempeña un papel esencial en cuanto elemento de apertura y fuente última de complejidad de los sistemas; lo mismo sucede con las instituciones, entendidas como mecanismos de estabilización de los sistemas en relación con los procesos económicos y el desarrollo tecnológico.

Es de primera importancia este señalamiento: el concepto de intencionalidad innovadora expresa precisamente cómo determinados tipos de intencionalidad impulsan (o frenan) el desarrollo tecnológico y

económico. Este argumento se ilustra con dos ejemplos históricos. Como se advierte se trata de un trabajo esencialmente teórico y general, pero también propone un modelo teórico para comprender la historia del desarrollo económico. Su coincidencia con ciertos puntos señalados en la nueva teoría del desarrollo es interesante, ya que arroja luz sobre procesos no determinísticos que pueden desembocar en resultados contrapuestos.

En el capítulo cuatro Vargas y Rodríguez analizan los efectos de la innovación en el crecimiento, el bienestar social y la distribución del ingreso, desde la perspectiva de dos enfoques de la teoría microeconómica, tanto la microeconomía tradicional como la microeconomía poskeynesiana. Se inicia definiendo el concepto de innovación como lo hizo Schumpeter, luego analizan la forma en que los clásicos y la teoría neoclásica incorporan la innovación en su análisis de la empresa, tanto para el corto como para el largo plazos, posteriormente se aborda el análisis microeconómico heterodoxo en su versión poskeynesiana, destacando las aportaciones de Eichner y Labini, entre otros.

Las preguntas clave que los autores deseamos contestar son: ¿cuál es el efecto microeconómico de la innovación en la empresa, en la industria y en el desarrollo económico de su entorno? ¿En particular a los autores les preocupa el efecto de la innovación sobre la distribución del ingreso? Considerando el postulado aceptado explícita o implícitamente entre discípulos de Schumpeter, de que la innovación de forma automática conduce al crecimiento al desarrollo económico y al bienestar social (véase antes), el capítulo plantea algunas observaciones críticas. Los autores señalan que las innovaciones tienden a agudizar los procesos de concentración productiva, y por otra, la concentración del ingreso, lo cual cuestionaría la relación lineal entre innovación y bienestar social. El artículo concluye con los casos de empresas cuyo desempeño refuerza la hipótesis de la concentración y desigualdad.

La segunda parte: "Nuevas líneas de estudio y debate", en torno a experiencias sectoriales, inicia con el capítulo 5, por Jasso Villazul, dedicado al sector salud. El autor comienza la exposición señalando que el tratamiento de la salud está enmarcado en un conjunto de instituciones públicas, privadas y comunitarias, conformadas por hospitales, uni-

versidades, instituciones de investigación, médicos y la medicina tradicional. El sector salud ha sido poco estudiado desde una perspectiva de la innovación. El objetivo de Jasso es precisamente incursionar en ese nuevo terreno con el objeto de proponer líneas de investigación en relación con el desarrollo y la innovación. La investigación que sustenta el capítulo se basa en entrevistas, estudios de caso y fuentes de información sobre patentes. La conclusión es que el eje del sector salud en México es una red de centros y entidades públicas que realizan actividades de investigación; el autor identificó importantes capacidades científicas y tecnológicas en ese sistema provenientes de las universitarias que están ligadas al sistema y una red de empresas que actúan como proveedoras; ese vínculo apunta a un modelo de especialización que tiene importantes antecedentes históricos. Entre las empresas, que se adaptaron al nuevo entorno creado por la apertura destacan Senosiain y Silanes, que han establecido importantes redes con universidades para el desarrollo de vacunas como los antiveneños. Es notorio, acota Jasso, el escaso patentamiento y cierta autarquía y redes aún embrionarias, de manera que hay un acervo pretecnológico y de ciencia básica parte del cual no ha sido aprovechado.

En el capítulo seis Pozas estudia el caso de la genómica y la industria farmacéutica. Señala que en el contexto de la revolución de la biotecnología, el surgimiento de la genómica constituye uno de los avances más recientes, considerados como una tecnología transversal por su capacidad de incidir en diversos sectores industriales. Este capítulo postula que toda innovación disruptiva tiene un efecto de reorganización global de los sectores productivos en los que incide, por lo que las redes globales de producción son la vía más rápida para su apropiación y difusión. Para ilustrar esta hipótesis se analiza el efecto de la revolución de la genómica sobre la industria farmacéutica mundial y la forma específica en que comienza a modificarse el sector en México. Los puntos de reflexión que suscita este capítulo se refieren a la conceptualización de una nueva revolución tecnológica, las transformaciones productivas que induce y el balance de efectos positivos y negativos que habrá de generar. Es interesante retomar estas ideas en el marco de lo expuesto por Rivera y Muñoz y Vargas-Rodríguez

Enseguida, Aboites y Díaz presentan el capítulo siete: "Economía del conocimiento y movilidad de inventores mexicanos en la globalización". El objetivo del capítulo es el análisis de la movilidad de inventores mexicanos hacia Estados Unidos (1978-2013). El instrumento de análisis son las patentes registradas en el United States Patent and Trade Mark Office (USPTO) que registra a los inventores e investigadores mexicanos. La exposición se divide en cinco partes. Después de la introducción se presenta una breve visión sobre la economía del conocimiento resaltando el papel de los investigadores como productores de nuevos conocimientos codificados en patentes. La tercera se refiere a la problemática de la movilidad en la economía globalizada. En la cuarta se analiza la evidencia empírica basada en patentes de USPTO para medir la salida de inventores del país con capacidad inventiva. El resultado más significativo es que el número de inventores mexicanos en Estados Unidos crece notablemente después de la firma del TLCAN. En la última parte se presenta una reflexión sobre los resultados del análisis. Ese resultado destaca que el incremento de la movilidad de inventores entre países está asociado a la emergencia de la economía del conocimiento que caracteriza la globalización. En la actualidad la tendencia predominante es el flujo de inventores desde los países en desarrollo hacia los países industrializados, donde las capacidades institucionales de Investigación y Desarrollo están más avanzadas. Este desbalance impacta negativamente capacidades científicas y tecnológicas de los países menos desarrollados y ése es el caso de México. Lo que queda por discutir es si tales inventores nacionales tienen poco futuro en economías que están débilmente orientadas a la innovación.

En la tercera parte del libro que trata de la relación entre desarrollo e innovación en el contexto regional y local de México, Sánchez y García abordan el tema titulado "Geografía del crecimiento económico y del sub(desarrollo) científico, tecnológico y de innovación regional en México". Los autores se basan en el marco teórico de crecimiento endógeno. Adoptan el postulado considerado central en el libro de que la relación entre ciencia, tecnología e innovación incorporada a los procesos productivos resulta crucial para el dinamismo regional y de allí el nacional. El capítulo tiene como objetivo verificar lo anterior

en la geografía mexicana. La hipótesis de investigación sostiene que el problema del bajo crecimiento económico en México se puede explicar principalmente (no de forma exclusiva) por el atraso relativo en CTI.

Atendiendo a lo anterior, para verificar su validez, Sánchez y García utilizan estadísticas de producción per cápita nacional, por entidad federativa, índices de capacidades tecnológicas nacionales y un índice estatal de CTI construido por el Foro Consultivo Científico y Tecnológico. Los resultados principales son: 1) existe un problema de bajo crecimiento, el cual puede explicarse a nivel nacional por el subdesarrollo en CTI; 2) a nivel regional no existe evidencia suficiente, al menos para el periodo utilizado, de que el crecimiento se explique por el nivel de CTI; 3) usando el índice de CTI se descubre que los recursos se concentran en seis entidades (Distrito Federal, Nuevo León, Morelos, Jalisco, Coahuila y Querétaro), lo que se interpreta como evidencia de una desigual geografía de la producción tecnológica. Su reconocimiento de que el país debe adoptar una sólida política de CTI, choca con el escepticismo natural derivado de las lógicas político-institucionales (véase capítulo de Rivera y Caballero): lo que pudiera ser una necesidad desde un punto de vista normativo no es fácil de traducir en una realidad políticamente viable.

En el capítulo nueve Ranfla y Batiz presentan: "Evolución económica global y su impacto en la producción de cuatro zonas metropolitanas de Baja California y Chihuahua. Primera década del siglo XXI". Los autores comienzan señalando que desde la década de 1980 el rápido proceso de globalización implicó transformaciones en la producción industrial que afectaron a la mayoría de los países del mundo, a México y en particular la estructura y dinámica socioeconómica de la frontera norte; los efectos más relevantes han sido la inserción en las redes globales de producción bajo la forma de especialización en actividades de subcontratación inter e intrafirma. En la década de los noventa, añaden los autores, las principales localidades de la frontera norte se convirtieron en centros prominentes de actividad industrial a nivel nacional. Postulan que los cambios organizacionales de las empresas en la economía global han profundizado las diferencias económicas y territoriales en la frontera norte de México. A partir de

la coevolución de empresas, industrias y redes en el espacio se analizan las diferencias geográficas en los procesos de producción derivadas de las modificaciones de la organización económica y de las relaciones de estructuración regional de las entidades de Baja California y Chihuahua que fortalecieron su desarrollo en sus cuatro zonas metropolitanas (Mexicali, Tijuana, Ciudad Juárez y Chihuahua).

En la parte medular de la exposición se ubica la subcontratación internacional intrafirma como el factor determinante del patrón de desempeño local; a partir de allí se evalúa la dinámica y especialización de las cuatro zonas metropolitanas, para llegar a estimaciones de competitividad metropolitana. Su conclusión es que el comportamiento de las cuatro zonas metropolitanas en tanto representativas de regiones norte en su conjunto parece haber llegado a una encrucijada en la cual debe fortalecer su desarrollo hacia adentro o endógeno-nacional, ya que debe neutralizarse la fuerte dependencia de Estados Unidos que ha introducido un patrón de inestabilidad y ha bloqueado el desarrollo de capacidades empresariales locales.

El capítulo diez, escrito por Araceli Almaraz, se titula: "La industria maquiladora en Tijuana: retrospectiva sobre la integración y el sector electrónico". La autora señala que desde los años sesenta el mundo ha experimentado un proceso de desintegración vertical de las actividades productivas. A nivel de las corporaciones internacionales, este proceso se manifestó en la relocalización de una parte de sus actividades y en la adopción de formas alternativas de organización del trabajo. En este capítulo se revisa la modalidad que asumió este proceso en México, o sea, se estudia la evolución de la Industria Maquiladora de Exportación; particularmente la forma en que surgió y se desarrolló ésta en Tijuana, Baja California, en torno a la rama de la electrónica de audio y video. La exposición se centra en los encadenamientos promovidos por las empresas maquiladoras de la rama electrónica y sus proveedores. La autora formula dos argumentos centrales que fundamenta en la investigación: primero, a partir de la globalización económica, varias firmas multinacionales reformularon sus políticas y estrategias para impulsar nuevas formas de organización y dar paso a procesos de integración vertical, integración vertical fragmentada y relocalización en países como México. Este proceso no se

tradujo en ventajas de largo plazo para México, porque los beneficios fueron básicamente de corto plazo, limitándose a la creación de empleos de baja calidad y mal pagados. Segundo, aunque los nuevos patrones de concentración y las nuevas redes empresariales actuaron como grandes exportadores no dieron acceso a los proveedores nacionales, ni emanó de ese sistema un proceso de aprendizaje tecnológico local. En el mejor de los casos, las redes generadas se limitaron a la proveeduría básica, casi rudimentaria y generar empleo con salarios que los trabajadores no habrían podido obtener de las actividades locales situadas al margen de la subcontratación. Lo que queda por evaluar es si pese a la disfuncionalidad que surge si se le evalúa bajo el estándar asiático, la economía local adoptó esta modalidad de subcontratación en lugar de suceder a la inversa. Ello parece tener consecuencias irreversibles.

El último capítulo del libro escrito por Paola Vera y Nadima Simón, titulado "La inserción de México en la cadena global de la industria del cemento y su adhesión a la iniciativa para la sostenibilidad del cemento", analizan la estructura de gobernanza de la cadena de valor global de la industria del cemento. Después de presentar el marco teórico sobre las cadenas de valor, las autoras discuten la cuestión crucial de la gobernanza en esta industria, para pasar a la distribución geoespacial de las empresas de dicha cadena en México y en el mundo, haciendo hincapié en Cemex. Esta última está entre los cinco líderes mundiales. Con la crisis financiera de 2007-2008, disminuyó la demanda y las empresas globales del sector resintieron fuertes pérdidas. Otra fuente de tensión viene del imperativo de reducir las emisiones de efecto invernadero. Las empresas líderes unieron esfuerzo para lanzar la Iniciativa para la Sostenibilidad del Cemento; el cumplimiento de esta iniciativa implica un importante cambio en los procesos productivos, que además de limpieza ambiental, busca mayor eficiencia. Se hace evidente que al comprometerse con las normas ambientales, las líderes consolidarán su control del mercado mundial, ya que es muy oneroso para las empresas de menor rango adoptar los cambios tecnológicos para una producción no contaminante. Vemos así como el control oligopólico se afianza, a través de un cambio tecnológico inducido por la sustentabilidad de la producción.

Visto el libro en su conjunto hay varias cuestiones a destacar brevemente. La relación entre los estudios del desarrollo y los de innovación han adquirido cada vez mayor aceptación entre los investigadores, principalmente en los estudios sectoriales y territoriales. En innegable la riqueza de evidencia que se pone a la luz, pero persisten los interrogantes básicos sobre la lock-in o los desempeños por debajo del potencial. Parece que se requiere una explicación meta tecnológica, para situar y discutir esas fallas. Los capítulos que forman la primera parte del libro pueden brindar elementos, pero la discusión que implique rearmar una visión de conjunto bajo la perspectiva que Muñoz *et al.* llamaron de autoorganización, descoordinación y reorganización, pero sin optimalidad, sino de sendas múltiples, en las que la selección dependen de la intencionalidad de los agentes, pero dentro de patrones de jerarquía y poder. La ruptura de los entrapamientos no está excluida pero requiere de condiciones excepcionales.

Primera parte
Referente global, teoría y análisis

1. Crecimiento económico, cambio tecnológico y globalización

*Miguel Ángel Rivera Ríos**

INTRODUCCIÓN

El capitalismo es un sistema altamente dinámico pero a la vez inestable. Entre dinamismo e inestabilidad existe un poderoso nexo que remite a la relación entre producción, circulación y la creciente dependencia del crédito. Por lo anterior, la expansión del capitalismo no es continua, sino discontinua; forma ciclos de diferente duración, desde los de pocos años (Kitchin) hasta los de dos o más décadas (Kuznets o Kondratiev). La expansión a largo plazo del capitalismo se alimenta por la apertura y explotación de fuentes de excedente económico, las cuales tienen un origen y naturaleza crecientemente tecnológica. Cada ciclo expansivo, alimentado por el crédito, deja una secuela de exceso de capital que conduce a las crisis periódicas. Para superar el exceso de capital (o “sobreacumulación”, como la llamó Marx) se requiere una recesión o, en casos extremos, una depresión.

Lo señalado arriba es un brevísimo extracto de la formulación efectuada por Marx sobre la dinámica capitalista, la cual ha sido retomada, y en varios sentidos desarrollada, por Schumpeter en diversas obras.¹

* Profesor-investigador de la Facultad de Economía de la UNAM, División de Estudios Profesionales y de Posgrado (mriver@servidor.unam.mx).

¹ En Marx es central —además de la formulación popular contenida en el *Manifiesto del partido comunista* (1999), en pasajes de la *Miseria de la filosofía* (1993) y en *La ideología alemana* (1992)— el capítulo XXIII del tomo I de *El capital* (1946), sobre la ley de la acumulación capitalista. En el tomo III, los capítulos XIII y XIV sobre la tendencia descendente de la tasa de ganancia y la sobreacumulación de capital. Más adelante, en el mismo tomo, la sección V, en particular el capítulo

Esta concepción es vigente hasta la actualidad, aunque se han verificado cambios secundarios en la forma en que opera el capitalismo. Entre los cambios más sobresalientes se encuentra la relativa estabilización socioeconómica derivada de una estructura institucional mejor apuntalada ideológicamente, la cual va asociada a concesiones distributivas para las clases subalternas. Cabe subrayar también la preponderancia del factor tecnológico, un producto histórico que comenzó a conformarse organizativa e institucionalmente desde fines del siglo XIX, según el modelo de la Alemania imperial (nexo universidad-industria, véase Mowery y Rosenberg, 1991, y Nelson y Rosenberg, 1993). La creciente complejidad e incidencia del crédito o del capital financiero es un rasgo central de la etapa actual, pero ya había experimentado un fuerte desarrollo en el último cuarto del siglo XIX, aunque durante el interregno de la "edad de oro" (1950-1970) se produjo una represión crediticia que a la larga fue insostenible.

La aceleración del cambio tecnológico que se verifica desde 1970 se produce en el marco del estatuto formulado por Marx y Schumpeter, pero no es una simple réplica de ciclos anteriores, sino que conlleva elementos de especificidad histórica, a la par que se manifiestan propiedades emergentes del sistema. La interacción de los agentes económicos crea lo que Tylecote (1992:cap. 1), inspirándose en Modelski (1987), llama "ciclo irregular con efectos de retroalimentación". Empero, el elemento recurrente es la indisoluble asociación entre un ciclo de expansión y la renovación de la fuente de excedente económico, de la que deriva la propiedad de reproducción ampliada del sistema capitalista. La apertura de la nueva fuente de excedente económico tiene su fundamento en la acumulación de nuevo conocimiento útil del que emanan no sólo artefactos e instrumentos como el transistor, sino también formas de organización productiva, habilidades laborales y nuevas visiones del mundo.

Veremos más adelante que el patrón de crecimiento mundial que empieza a conformarse desde comienzos de los años ochenta, y

XXV, que introduce el concepto de capital ficticio, y el XXVIII, donde de forma fragmentaria aborda el papel del crédito en la producción capitalista. En Schumpeter, su artículo publicado originalmente en 1928, "La inestabilidad del capitalismo" (1979); *La teoría del desenvolvimiento capitalista*, en especial los capítulos II y

que afianza medianamente su ritmo en la siguiente década, se puede considerar anómalo porque, pese al potencial de la nueva tecnología, la tasa de expansión es relativamente débil, se pierde la posibilidad de consolidarse el crecimiento mundial y sobreviene una crisis de una severidad excepcional que abre un periodo incierto. Otro factor que marca una diferencia respecto de los ciclos expansivos anteriores es el patrón geoespacial de la reproducción del capital: la expansión mundial ha seguido teniendo un centro dinámico, es decir, una potencia líder que goza de manifiesta superioridad tecnológica; no obstante, el proceso global se sustenta en una estrecha interacción con una región emergente, constituida por Asia nororiental y del Pacífico, en particular China, dentro de un complejo patrón que involucra la fragmentación de la producción, la complementación de mercados y los grandes flujos de capital y de deuda.

Para aproximarse a la caracterización del patrón de crecimiento mundial de este periodo, objetivo del presente capítulo, habría que considerar la especificidad de la revolución tecnológica actual, la cual se encuentra en la economía digital, sustento de una nueva tecnología genérica. La mayoría de los autores asumen que el acelerado cambio tecnológico implica un mayor potencial de crecimiento económico; sin embargo, para sustentar el crecimiento se requiere no sólo la innovación, sino la difusión de la misma, lo cual va asociado a complejos procesos intersectoriales, cambios institucionales y la renovación de las pautas culturales. En otras palabras, se requiere la creación de sectores industriales nuevos, reestructurar otros y adecuar, en ocasiones de manera forzada, distintas organizaciones como sindicatos, empresas y gobierno. Enseguida hay que considerar el perfeccionamiento de los instrumentos crediticios, que acentúan el efecto propulsor pero generan inestabilidad cíclica, de modo tal que en condiciones extremas el crecimiento puede colapsarse, aun cuando existan medios materiales para sostener la expansión. Luego, una visión integradora del crecimiento económico remite a su inestabilidad cíclica, replicando procesos previos con especificidades históricas, por ejemplo la plétora o ex-

III (1944/1997); *Capitalismo, socialismo y democracia* (1983), el capítulo 7: el proceso de destrucción creadora; donde trata los *ciclos económicos* (2002), destacando los capítulos 3 y 4 (el modelo básico del ciclo económico).

ceso prematuro y persistencia del capital propia de la etapa actual (un mundo bañado en capital, como apuntan *Bain and Company*, 2013).

Se asume (véase Vernon, 1979; Pérez, 2004) que las ondas expansivas que emanan del centro tecnológico mundial —la potencia líder, Estados Unidos— se propagan gradual, pero uniformemente hacia la periferia. En efecto, la nueva configuración geoespacial del capitalismo consolidó un nuevo bloque regional, situado en Asia del Pacífico con eje en China, o más propiamente la “Gran China”: allí se produjo una retroalimentación que arrastró a otros países. Empero, aunque la economía china creció a ritmo acelerado entre 1980 y 2007, arrastrando a otras economías, no se produjo el efecto de relevo que varios autores pronosticaron. El efecto recesivo se extendió, aunque atenuado en China, después de 2007, poniendo de manifiesto la importancia de la transferencia de tecnología y la menor demanda del mercado más grande del mundo.

Para alcanzar los objetivos analíticos propuestos, la exposición se organiza como sigue. Primero, la explicación de los fundamentos de la economía digital y su caracterización como de fuente de excedente económico. Enseguida viene la visión cíclica del crecimiento mundial, comprendido entre el inicio de la década de 1980 y el año 2007; se destaca el efecto desestabilizador provocado por el exceso de liquidez o plétora de capital, derivado de la paradójica declinación de la formación de capital en el mundo. Se concluye con una breve discusión del periodo recesivo iniciado en 2008, con la exacerbada plétora de capital. Se insiste que la desaceleración e inestabilidad tienen alcance global aunque se vuelven más agudas en países vulnerables.

LOS FUNDAMENTOS DE LA ECONOMÍA DIGITAL SU EFECTO EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO Y LA VALORIZACIÓN CAPITALISTA

*La computadora electrónico-digital como tecnología genérica:
del transistor al microprocesador. El software*

La economía digital se genera a partir de la creación de la computadora electrónico-digital (CED); siguiendo a Carlota Pérez, el insumo

básico de la actual revolución tecnológica es el transistor. Anteriormente las funciones de computación (el procesamiento de datos) las desempeñaban los seres humanos; también, las funciones de almacenamiento de datos y de operaciones aritméticas, útiles para las tablas matemáticas o la codificación de los censos, eran efectuadas a mano, en laborales extremadamente monótonas.

La ENIAC, la primera CED, funcionaba con bulbos al vacío, no con transistores. El bulbo al vacío fue una adaptación del foco incandescente inventado por Edison; se descubrió por mera casualidad, pero pronto mostró su enorme utilidad.² Al engrosarse el filamento que se coloca dentro del foco incandescente, se descubrió que éste podía realizar dos funciones: *a*) captar una señal débil de radio y actuar como amplificador, convirtiendo la señal eléctrica en sonido y *b*) funcionar como *switch*, interrumpiendo y dejando pasar la corriente eléctrica (*on/off*), aproximadamente diez mil veces por segundo. La primera función permitió un avance en la radiofonía y telefonía; la segunda resultó fundamental para el desarrollo de funciones lógicas y cálculos matemáticos en las computadoras.

El transistor lo inventaron Shockley, Brattain y Bardeen. Se dio a conocer el 23 de diciembre de 1947, en los laboratorios Bell, como un sustituto del bulbo al vacío (Riordan y Hoddeson, 1997). El transistor aprovecha las características electrónicas inusuales de elementos semiconductores, o estados sólidos, como el silicio y el germanio. El *switching* efectuado por un circuito integrado con transistores tiene una velocidad pasmosa: mil millones de veces por segundo y es capaz de transportar una corriente o carga eléctrica a lo largo de conductos, dentro de un bloque sólido de material semiconductor.³ Para

² Lo que sigue en el apartado proviene, a menos que se indique otra fuente, de Reid (2001), de los capítulos 1, 6 y 8.

³ Como lo estableció el trabajo teórico de Thomson a fines del siglo XIX, el paso de la corriente eléctrica por una placa de metal —un material conductor— es un flujo de electrones. Otros materiales, como el caucho, no dejan pasar la corriente eléctrica. En medio de los dos extremos se encuentran los materiales “semiconductores”, cuya velocidad de conducción es menor. Esta propiedad se relaciona con el número de electrones de la órbita exterior del átomo. A medida que se profundizaron los conocimientos sobre la estructura del átomo, se descubrió que se podía regular el paso de la corriente eléctrica por medio del *doping*, es decir, mezclando impurezas

que el transistor funcione como un dispositivo útil para la radiofonía, telefonía o computación debe estar "cableado", es decir, formar un circuito con otros componentes: resistencias (regulan el flujo de electricidad), capacitadores (una especie de esponja que absorbe la energía eléctrica) y diodos (un medio para bloquear/liberar el paso de la corriente eléctrica). El transistor es en sí mismo un *switch* electrónico que cambia el flujo de electrones, pasando de *on* a *off*. Así es como manda las señales digitales que recorren los circuitos de una computadora, las cuales pueden ordenarse y agruparse para generar instrucciones (sumar, multiplicar, etcétera).

Además de los cambios en la tecnología para diseñar y fabricar el transistor, hay que considerar los circuitos que unen al transistor con los demás componentes. La respuesta ante las crecientes dificultades para conectar un número gigantesco de componentes fue el *monoblock* (circuito integrado), que a su vez dio paso al microprocesador. Aunque el transistor se inventó en los laboratorios Bell Telephone, la primera versión comercial exitosa fue producida en Texas Instrument en 1954, por un equipo liderado por Jack Kilby. Ese transistor, al igual que el de juntura, requirió amplias mejoras y cambios de diseño para reducir costos y aumentar su confiabilidad (véase Mowery y Rosenberg, 1998:125).

El nacimiento del microprocesador obedeció a las nuevas necesidades de la industria electrónica, a finales de la década de 1960. Durante este tiempo, una compañía japonesa llamada Busicom buscaba un circuito integrado mucho más complejo que los existentes hasta ese momento: requería integrar 12 transistores y tres registradores de memoria. Ante este problema, Robert Noyce (fundador de Intel) y Marcian Hoff (el director del proyecto) decidieron romper con la norma vigente de producir más y más circuitos especializados. En su lugar, Noyce concibió un *chip* genérico que pudiera producirse en gran-

en el semiconductor. Ese procedimiento se perfeccionó con el transistor de punto de contacto, y luego con el de juntura. Un transistor de juntura consta de tres diodos; uno de ellos funciona como entrada, otro como puerta y el último como salida. La clave para mejorar las funciones de amplificación y *switching* reside en el segundo diodo, en "la puerta", ya que permite que el flujo de electrones alcance la velocidad de la luz.

des cantidades y que pudiera programarse para aplicaciones específicas.

¿Bajo qué principio se desarrolló la computación electrónico-digital? Habría que remitirse al diseño básico, concebido por el matemático alemán Von Neumann. En primer lugar, un dispositivo electrónico digital para procesar datos y efectuar operaciones lógicas requiere de un *input* (acceso de información), una unidad central de proceso (CPU), una memoria y un *output* (generador de resultados). Los circuitos —primero los no integrales, luego en monobloque y posteriormente los microprocesadores— conforman la CPU y la memoria, y efectúan la función central de *switching*. Esta función consiste en la interrupción y paso de la corriente eléctrica: la posición de encendido (*on*) representa al dígito 1 y la de apagado (*off*) representa al 0. De esta forma, con el sistema binario, se puede traducir cualquier número decimal. Por ejemplo, el número 8 decimal se representa en forma binaria como 1000.

El sistema binario o digital es el más adecuado para una computadora, porque la aritmética binaria es más simple que la decimal. Gracias a ciertos principios matemáticos, las CED pudieron ejecutar cualquier operación numérica como si fuera una suma (la multiplicación es una suma, al igual que la sustracción y la división). Sin embargo, seguía persistiendo el problema que los ingenieros llaman "de conversión", es decir, la dificultad de convertir la respuesta binaria de la computadora en algo inteligible para los seres humanos. Fue Von Neumann quien logró la conversión de un sistema a otro mediante un circuito decodificador, incluido ahora en todo equipo digital.

Para realizar las operaciones lógicas que efectúa una computadora, como dirigir la manufactura en una fábrica, se requiere un sistema lógico que permita tomar decisiones o efectuar comparaciones. Curiosamente, el sistema lógico que se creó para realizar estas operaciones también fue binario; se debe al matemático británico George Boole, nacido en Inglaterra en 1815. Este sistema parte de la convicción de que todos los procesos mentales pueden formularse en términos matemáticos. La obra maestra de Boole (1854/1958), *An Investigation of the Laws of Thought on Which are Founded the Mathematical Theories of Logic and Probabilities*, hoy en día se considera la

base de la lógica simbólica, llamada también lógica booleana. Para Boole todo proceso mental de tipo lógico es susceptible de reducirse a tres conjunciones: “y”, “o”, “no”. Un “sí” seguido de otro “sí”: “sí y sí”, da lugar a otro “sí”.⁴ La fórmula algebraica más importante de la lógica booleana es:

$$x=2x$$

Como se sabe, esta ecuación es válida para los números 0 y 1; en otras palabras, la organización de las decisiones humanas en “sí o no” forma un sistema binario. Un siglo después se descubrió que la metodología de la computadora digital podía sustentarse en los principios de la lógica booleana. En efecto, los importantes trabajos de Bertrand Russell y North Whitehead ocasionaron que el valor práctico del legado de Boole quedara olvidado, pero los primeros intentos de diseñar un sistema binario de computación llevaron a su redescubrimiento, efectuado por Claude Shannon a fines de la década de 1940 (véase Shannon, 1948 y 1949).

Los transistores del circuito integrado o del microprocesador funcionan de la misma manera para sucesiones binarias, que significan pasos lógicos para tomar decisiones y efectuar comparaciones. Para establecer las combinaciones adecuadas, los diseñadores de computadoras siguen los tres principios básicos de la lógica booleana. El circuito para “y”, consiste en tres transistores alineados horizontalmente, de modo que el tercer *switch* estará encendido (*on*) sólo si el primero y el segundo están encendidos. Si, al contrario, cualquiera de los dos primeros *switches* están apagados (*off*), quedará bloqueado el flujo de la corriente, y el tercer *switch* estará apagado. Los *switches* 1 y 2 deben ser paralelos y desembocar en el tercero para procesar el “o” y el “no”.

Lo tratado hasta aquí hace abstracción del *software*, lo que sólo se justifica por convenir a nuestra exposición. No es posible que la computadora ejecute un conjunto de instrucciones si no se le programa. Podemos equiparar el código binario con el lenguaje para comunicarse

⁴ El empleado despierta en la mañana; puede seguir durmiendo o levantarse. Si su despertador dice “sí” (son las 8 am) y el calendario dice que es un día de semana, tenemos el otro “sí”. El tercer “sí” es levantarse.

con la computadora, pero además de ello se requieren las instrucciones —la programación—, que difícilmente se introducirán en código binario.

El primer paso en la solución del problema de la comunicación con un autómata o máquina vino del algoritmo, un procedimiento que data de la época babilónica.⁵ El problema con los algoritmos en computación, como aquel que se utiliza para resolver los “cuadrados mágicos” de forma programática, es que son susceptibles a diversos grados de errores que acaban por ocasionar una ambigüedad.

La computadora EDSAC de Cambridge fue la primera con un programa interno. Desde el principio se supo que la programación no se podía realizar en lenguaje binario porque a los seres humanos les es muy difícil recordar sucesiones de 0 y 1. La solución a este problema la propusieron Von Neumann y Goldtine, consistió en usar el alfabeto y la escala completa de la numeración decimal para que un programador o la computadora lo trasladaran al lenguaje binario. El trabajo de un programador, quien usa una especie de prontuario, estaba expuesto a los errores de programación, que demostraron ser numerosos. El grupo Cambridge propuso desarrollar “librerías de subrutinas”, que consistían en reutilizar la programación de muchas operaciones comunes. A pesar de esto, las crecientes necesidades de cómputo demandaban, desde la década de 1950, técnicas más sofisticadas de programación. Por consiguiente, se desarrolló el *sistema automático de programación* (SAP), que permitió al programador hacer el programa usando un código de programación relativamente fácil de utilizar, próximo al lenguaje y al álgebra, que la computadora a su vez convertía en instrucciones binarias. En primer lugar, el SAP requería un lenguaje de programación, el cual cristalizó en el Formula Translator (Fortran) y que luego fue complementado con el Cobol, para aplicaciones comerciales.

El uso de lenguajes de programación estandarizados, sin embargo, no se reflejó en la disminución de costos, los cuales aún resultaban excesivos. Los elevados salarios de los programadores y las dificultades para organizar su trabajo creó las condiciones para la aparición

⁵ La historia del desarrollo del *software* proviene de Campbell-Kelly y Aspray (2004:163-184).

de un nuevo jugador al sector: las compañías de *software* a contrato. Dichas compañías escribían programas para los gobiernos y distintas corporaciones. El más ambicioso de esos programas fue el SAGE, de la corporación RAND, destinado al Departamento de Defensa del gobierno de Estados Unidos, que implicaba un millón de líneas de código. Debajo de los grandes proveedores existía un gran número de pequeñas empresas dedicadas a ese sector. Pero la crisis no tardaría en llegar, en virtud de que a inicios de la década de 1960 el poder de las computadoras, especialmente con el modelo 360 de IBM, estaba rebasando a los diseñadores de *software*.

En esos años ya estaba configurado el concepto de "sistema operativo": un *software* de soporte inserto en los *mainframes* que servía para que funcionara el *software* de aplicación. La IBM planó el sistema operativo OS/360 en 1962. Después de superar parcialmente colosales problemas, este sistema operativo se lanzó en 1967, sin plena conciencia de los errores que contenía. Según explican Campbell-Kelly y Aspray (2004), para la opinión pública la catástrofe se percibió de la misma forma que el fallido lanzamiento del vehículo espacial *Mariner I*, que al tomar un curso errático tuvo que detonarse para evitar un accidente (las investigaciones posteriores demostraron que la falla se debió a un carácter incorrecto en la ecuación de movimiento perteneciente al sistema de navegación).

Ante esta situación, se instauró una nueva disciplina: *software engineering*. La Conferencia Garmisch, realizada en Alemania en 1968, fue la plataforma colectiva que permitió este paso. La definición de una metodología rigurosa empezó por establecer un conjunto de herramientas y prácticas estructuradas formalmente; se trató de un procedimiento de ingeniería llamado "metodología para el diseño estructural". Para atacar tal complejidad, los esfuerzos se concentraron en atacar la visión del programador, quien, en primer término, debía tener una visión de conjunto del artefacto a construir. Luego pasaba a un nivel más detallado, hasta lograr que la escritura del programa pudiera concretarse.

El problema de la recuperación de los costos se solucionó hasta que el *software* se desarrolló como producto estándar (empacado); esto permitió su venta a miles y luego a millones de usuarios. Ese producto requería una plataforma firmemente establecida, brindada por el

sistema 360 de IBM. El crecimiento de la industria de *software* empaquetado se aceleró con la decisión de IBM de desacoplar el *hardware* de su *software*. Antes de eso los clientes pagaban por ambos. El desacoplamiento significó convertir un bien en gran parte libre en un producto comercial, que atrajo a numerosos oferentes. Paulatinamente, hacia el decenio de 1990, el *software* empaquetado quedó bajo el dominio de un puñado de corporaciones, entre ellas Microsoft.

La sustitución de la computadora orientada a tareas específicas (cuyo último gran representante fue la IBM/360) por la PC de propósito general y con *software* empacado multifuncional quedó prácticamente completa durante la década de 1980. De allí se derivaron una serie de sistemas de procesamiento de la información centrados en la mejora de la productividad, en aplicaciones que van desde el procesador de texto hasta los sistemas de control de manufactura.

Hacia 1990, las bases de la economía digital (ED) estaban constituidas, aunque persistían problemas de difusión internacional y desequilibrios internos. Entendemos por ED la nueva interacción entre información, computación y comunicación, palanca principal del desarrollo y del cambio social (Brynjolfsson y Kahin, 2000). Si la economía digital se convierte en propulsora del desarrollo es porque se convierte en una nueva fuente potencial de lucratividad. Sobre este tema reflexionaremos a continuación.

Interrelación entre conocimiento e información: una nueva fuente de excedente económico

Como se desprende de lo señalado antes, la economía digital implica una relación crecientemente compleja entre conocimiento útil e información, como soportes de la reproducción social.⁶ Los grandes reque-

⁶ Tomaremos la conceptualización de David y Foray (1995:26-27), en la que el conocimiento es una facultad que permite a su poseedor actuar intelectual y físicamente. La información consiste en datos estructurados que permanecen ociosos hasta que alguien con los conocimientos suficientes los utiliza para interpretarlos y procesarlos. La relación entre ambos es crucial, ya que existe un pasaje permanente de uno a otro: el conocimiento se transforma en información mediante la codificación, es decir, la transcripción del conocimiento en representaciones simbólicas susceptibles de difundirse y almacenarse. La codificación da lugar a nuevas posibilidades cog-

rimientos de integración, coordinación y comunicación necesarios para producir en masa crecieron aceleradamente desde principios del siglo XX. La solución del tipo de la cadena semiautomática de montaje basado en principios electromecánicos dejó una serie de problemas (véase Womack *et al.*, 1992). La nueva tecnología genérica (la computadora electrónico-digital) plantea la solución de la mayoría de ellos, convirtiéndose en eje de articulación del conocimiento y la información y, con ello, el soporte material de un nuevo régimen productivo.⁷

La ubicación del nuevo régimen de producción requiere dos conceptos en cierto modo complementarios: economía del conocimiento e informacionalismo.⁸ Enseguida discutiremos brevemente el contenido de ambos conceptos para tratar de interrelacionarlos e integrarlos en la concepción más amplia de "modo actual de desarrollo" o "etapa histórica".

Siguiendo a Foray (2000), la noción de economía del conocimiento sugiere la idea de un cambio de tendencia en los procesos de crecimiento y en las formas de organización económica, representada en el papel que adquieren los llamados activos intangibles.⁹ En Estados Unidos el valor corriente de los activos intangibles de capital empezó

noscitivas, ya que, previo aprendizaje, pueden conducir a la creación de nuevos objetos de conocimiento.

⁷ Con la revolución digital se rompieron las grandes restricciones a la producción en masa que instituyó el fordismo. Entre éstas se encontraba la dependencia de la maquinaria de uso específico y lo que se puede llamar "linealidad de la producción", o la imposibilidad de la retroalimentación. Una vez que la cadena de producción se ponía en marcha era antieconómico detenerla. Con la digitación, en cambio, el sistema productivo se puede representar virtualmente antes de operarlo físicamente; además, con maquinaria reprogramable y con series cortas de producción, el costo de realizar ajustes sobre la marcha declinó dramáticamente. El concepto que se propuso para captar las nuevas posibilidades de producción fue el de "manufactura flexible" o *lean production*.

⁸ Tomamos el concepto de Castells (1999:43), quien lo define como el modo de desarrollo actual. El mérito de la propuesta de Castells es que hace hincapié en la fuente de crecimiento de la productividad, pero no logra distinguir entre conocimiento e información, para la cual se requiere la línea de análisis de David y Foray (1995).

⁹ La inversión orientada a la producción y disseminación de conocimiento (capacitación, educación I&D, información y coordinación), y la inversión orientada a sostener la capacidad humana (gastos en salud). Véase Foray (2000:22).

a sobrepasar a los de capital tangible (infraestructura, equipos, inventarios y recursos naturales) a fines de la década de 1960 (Foray, 2000:22). Sin embargo, ese cambio en la composición de los activos es sólo la expresión de un cambio cualitativo en el papel del conocimiento, el cual debe explicarse, siguiendo a Mokyr (2002:29-43), en función de dos factores cruciales: las bases epistemológicas y los costos de acceso. Lo primero se refiere a la comprensión de los fundamentos de las innovaciones, es decir, el saber *por qué* en comparación con el saber *cómo*, evidente en el funcionamiento del bulbo al vacío, en particular en el *efecto Edison*. Lo segundo se refiere al aprovechamiento productivo de una propiedad del mundo natural, aunque se desconozca el fundamento científico.

Sabemos que es a partir de la Revolución industrial cuando se empieza a superar la estrechez epistemológica de la tecnología, quedando atrás los mecanismos de retroalimentación negativa del crecimiento económico (Mokyr, 2002). A lo largo del siglo XIX, aunque aumentó la importancia de la ciencia en la innovación tecnológica, subsistió un importante desfase entre el *por qué* y el *cómo*, notorio aún en el caso del dinamo eléctrico.¹⁰ Es a principios del siglo XX cuando tiende a haber una correspondencia entre las dos estructuras, gracias al conocimiento acumulado pero también a una revolución en la organización de la ciencia aplicada, centrada en el perfeccionamiento del laboratorio de investigación y desarrollo; a la universalización de la educación, y al apoyo público a la ciencia básica (Mokyr, 2002). Como se explicó en el apartado anterior, la correspondencia entre el *por qué* y el *cómo* cristaliza en la revolución de la física cuántica, que condujo a la invención del transistor en los años cuarenta (Riordan y Hodgeson, 1997:83-85).

¹⁰ "La base epistemológica del arco voltaico estaba incompleta aún a finales del siglo XIX, en tanto los científicos estaban divididos entre hipótesis químicas y anti-químicas del funcionamiento del generador. Nelson y Rosenberg (1993:7-8) destacan que Edison observó el flujo de corriente entre el filamento incandescente y el alambre de su lámpara sin percatarse de que estaba observando el movimiento de los electrones; Thomson formuló, a fines del siglo XIX, la hipótesis de las partículas subatómicas, pero ese conocimiento teórico se fundamentó hasta los 1920 con las investigaciones de Bohr" (Reid, 2001; Mokyr, 2002:93 *infra*; la cita de Nelson y Rosenberg procede también de Mokyr).

El circuito integrado y el microprocesador como expresiones de la profundización y ampliación cualitativas de las bases epistemológicas de la tecnología, se complementaron con una reducción dramática de los costos de acceso debido a la capacidad lograda para codificar el conocimiento y convertirlo en información. El advenimiento de la tecnología genérica de la computadora electrónico-digital explica la reducción dramática de los costos de acceso y la conversión masiva de conocimiento tecnológico a bien público (David y Foray, 1995:27). Así estructurada, la economía del conocimiento tiende a gobernar la reproducción social en las economías más desarrolladas a partir de la década de 1980,¹¹ generando los siguientes efectos económicos:

- a) Se acelera el crecimiento de la productividad, principalmente en el procesamiento, almacenamiento e intercambio de información, crucial en un grupo de sectores económicos.
- b) Surgen nuevos bienes y servicios, entre los que destacan los bienes digitales.
- c) Se adopta un modelo organizativo de las relaciones de propiedad, centrado en las posibilidades de extraer rentas económicas del manejo de la información.

La conclusión del análisis anterior es que la economía del conocimiento se sustenta en un tipo de tecnología que revoluciona la capacidad para procesar la información, pero su racionalidad económica conduce a un nuevo modelo organizativo. El *informacionalismo* representa, en consecuencia, ese nuevo modelo organizativo adoptado para extraer rentas económicas de las nuevas posibilidades en el manejo de la información, como base de la tecnología de proceso y de producto. Lo anterior implica, naturalmente, la conversión masiva de conocimiento a información¹² y el uso de esa información como insu-

¹¹ Con la tecnología electrónico informática, la economía del conocimiento encontró su base material (Foray, 2000:27).

¹² "La transformación del conocimiento en información es una condición necesaria para convertirlo en mercancía". Ello se explica porque el mercado de conocimiento es muy "delgado", es decir, constituye un monopolio bilateral, en el cual comprador y vendedor asignan al bien un valor discrepante (David y Foray, 1995:26 y 31). Dado

mo productivo, gracias a lo cual se incrementa explosivamente el valor de uso de los bienes (mayor calidad, variedad y sucesión acelerada de modelos) y, por ende, su valor. De lo anterior se desprende que el informacionalismo es un proceso acotado por las relaciones de propiedad capitalista y estructurado a partir de elementos tecnológicos, pero igualmente de transformaciones en los derechos de propiedad, representado esencialmente, como explican Mowery, Nelson, Sampat y Ziedonis (2004), por la ley Bayh-Dole.¹³

Si la estructuración de la economía del conocimiento, y su interface con el informacionalismo, le confieren una gran importancia a los sistemas informáticos, en el marco de una implacable progresión de la automatización,¹⁴ la clave para valorizar el capital depende de la nueva función del trabajo humano. A la par con los sistemas informáticos, el trabajo humano se potencia como trabajo complejo —en el sentido de Marx—, a partir de tres actividades centrales:

- a) La *programación*, como creadora del lenguaje de instrucción para las computadoras electrónico-digitales, principalmente bajo la modalidad de aplicaciones para el desarrollo de *software* (*software* para crear *software*, expresado en los sistemas automáticos de programación).
- b) La concepción del producto o proceso a través del *diseño* y su cristalización como prototipo precomercializable.

que la valorización se fundamenta en la información, es preferible hablar de capitalismo informático que de capitalismo cognoscitivo.

¹³ Paradójicamente, como explican Cowan, Foray y David (2000:242), en tanto esta nueva organización productiva se basa en una elevada codificación del conocimiento como condición para la valorización, pone en peligro su capacidad de rendir plusvalor, ya que aproxima el conocimiento a bien público no rivalizable. Veremos ese punto en la parte final de este apartado.

¹⁴ La automatización sigue un ritmo implacable, pero su velocidad ha sido sobrestimada. El principal obstáculo está dado por los problemas de comunicación entre sistemas y autómatas, pues exige enormes capacidades de programación o producción de *software*, las cuales rebasan las ganancias derivadas de la eliminación de fuerza de trabajo. Los cuellos de botella en las actividades de programación persisten en la actualidad y, entrado el siglo XXI, preserva un carácter artesanal semejante a la ingeniería de máquinas a fines del siglo XIX. Por otro lado, la globalización, al abrir un nuevo caudal de fuerza laboral, modula el ritmo de la automatización.

- c) En tanto eje de la *coordinación* global del proceso productivo, interconectando sus diferentes estructuras espaciales para dar continuidad a la alta valorización capitalista.

La significación de estas tres actividades es enorme en varios sentidos, pero el tercero destaca por sus repercusiones ulteriores en el proceso de valorización. Al aumentar el poder de interconexión y coordinación a distancia, a través de las cadenas globales de producción, se logra acceder a enormes reservas de fuerza laboral de diferente grado de calificación, y por ende de capacidad, para rendir trabajo complejo. El acceso a estas reservas mundiales es en sí una fuente de ganancias extraordinarias, ya que los costos de reproducción de esa fuerza de trabajo son sustancialmente más bajos que la media de las economías desarrolladas, donde están implantadas las principales estructuras de la economía del conocimiento.

Son esencialmente dos las contradicciones en las que se desenvuelve la economía digital y lo que puede denominarse capitalismo informático. Primero, si la valorización se sustenta en una creciente transformación del conocimiento en información, esa misma transformación lo acerca a la condición de bien público, lo que contradice la apropiación privada (véase Foray, 2000:113 y ss., y David y Foray, 1995:27). De acuerdo con diversos autores citados, la respuesta radicaría en la imposición de estrictos derechos de propiedad que restringen la difusión de la información y elevan los costos de acceso.¹⁵

¹⁵ Moulrier B. *et al.* (2004) y Moulrier B. (s/f) sostienen que la revolución tecnológica se sustenta en un reforzamiento de los derechos de propiedad equiparables a los cercados de la Revolución industrial. Pero la investigación histórica de la escuela Stanford (Rosenberg, Mowery, etcétera) refuerza la hipótesis del ciclo de vida en la constitución de los derechos de propiedad; se refiere a una sucesión de debilitamiento y fortalecimiento. Para ampliar la base epistemológica de la tecnología se requirió un enorme esfuerzo de investigación básica, la cual fue financiada por el gobierno estadounidense en beneficio de toda la clase capitalista; por ende, implicó la "difusión" de los derechos de propiedad. Posteriormente, como explican Mowery y Rosenberg (1998:36-37), ese esfuerzo se debilitó después de los años setenta, tanto por restricciones presupuestarias como por ser menos necesario para mantener la continuidad de las actividades de innovación en la industria. Parece que a partir de la década de 1980 se abre el periodo de reforzamiento o centralización de los derechos

Sin embargo, como vimos, la misma estructuración histórica de la economía del conocimiento ha dependido del abatimiento de los costos de acceso al conocimiento. Segundo, la configuración de un proceso de exclusión, llamado brecha digital, ha producido un patrón inestable de crecimiento que ha concentrado los beneficios en una parte minúscula de la población. Los mayores costos de acceso al conocimiento, más las limitaciones para la inclusión de la población, explican un ciclo débil de crecimiento económico que resulta insólito ante el enorme potencial de la economía digital. De acuerdo con lo anterior, pasaremos ahora al análisis de las tendencias de crecimiento y su ciclo respectivo.

TENDENCIAS DE CRECIMIENTO Y CICLO GLOBAL: EXCESO DE LIQUIDEZ, SOBREPDUCCIÓN Y SOBREENDEUDAMIENTO, 1982-2007

La anomalía que se observa en la tendencia del crecimiento económico a partir de la superación de la depresión de 1970 es su debilidad, que se traduce en un ciclo económico más bien corto, marcado por varias crisis parciales y una más drástica, detonada a fines de 2008. La crisis de 2008 ocasiona una recesión anormalmente prolongada, que va de 2009 a 2013, con una recuperación global aún incierta. A continuación se presentan algunos indicadores del crecimiento global, regional y por países, para luego analizar el ciclo.

Durante el periodo 1950-1973, en Estados Unidos (EEUU) la productividad laboral creció a una tasa anual de 2.7%, que se redujo a 1.9 entre fines de la década de 1960 e inicios de los años setenta (ONU, 1995). Entre 1984-1994, el desempeño de la productividad no mejoró ni en EEUU (1.2%) ni entre los países de la OECD (1.9%). Entre 1995 y 2007, el desempeño conjunto de los países de la OECD fue más débil (1.14%). Se advierte que el desempeño de la productividad mejoró entre 1996 y 2000, pero la crisis de 2001 tuvo un efecto adverso. El

de propiedad; así lo sugieren diversos eventos, entre los que sobresale el desenlace de los juicios *antitrust* contra Microsoft.

cuadro 1 muestra los datos de la productividad para el periodo 1984-2013.

Los datos del crecimiento del PIB mundial son congruentes con los de productividad, es decir, comparativamente débiles. En la "edad de oro" (1950-1973), la tasa de crecimiento real del PIB mundial fue de 4.9%, pero declinó desde la década de 1960 (Maddison, 1989/1992). Entre 1980 y 2008, la tasa de crecimiento de los países desarrollados bajó a 2.5% anual. El mejor desempeño lo tuvieron los países desarrollados, en particular las economías dinámicas de Asia (6.1% en promedio anual, entre 2000 y 2008; véase el cuadro 2).

En el periodo 1994-2003, las exportaciones mundiales crecieron a una tasa anual cercana a la de la edad de oro (6.9% frente a 7.12%). Las exportaciones mundiales crecieron aceleradamente en el periodo 2004-2007 (8.4%) nuevamente, debido a la actividad exportadora de las economías emergentes, en especial China. Significativamente, en el periodo 1988-2007 el ritmo de crecimiento del valor en dólares de las exportaciones de alta tecnología de los países de la OECD fue de 7.3% anual, no muy superior al total exportado mundialmente. La participación de las exportaciones de alta tecnología en las exportaciones totales no es impresionante. De representar 15% en 1988, su participación llega a un máximo de 24% en 2000, pero de allí declina hasta estabilizarse en 17% en 2007 (véase el cuadro 3).

En cuanto al ciclo global del periodo 1982-2007, si se le compara con la edad de oro, se advierte una carga especulativa inusual que se caracterizó por oscilaciones menos frecuentes y más suaves (Kindleberger, 1991). El fuerte sesgo especulativo reciente ha sido abordado frecuentemente bajo el modelo de la "financiarización", el cual atribuye el bajo desempeño de la producción y sus ritmos inestables a la excesiva especulación financiera. En otras palabras, se adopta el supuesto de que la especulación resta recursos y fuerza a la producción (un ejemplo es Pérez, 2004). La interpretación que se propone aquí se encuentra casi en el otro extremo de la relación causal: la falta de dinamismo de la acumulación de capital generó un exceso relativo de capital que se canalizó a la especulación financiera; esto, dadas las condiciones regulatorias, impulsó un crecimiento efímero y llevó a un *crac* prematuro.

Cuadro 1
Productividad laboral entre países seleccionados de la OCDE
(cambio porcentual anual respecto el periodo anterior, 1984-2013)

	Promedio 1984- 1994	Promedio 1995- 2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Dinamarca	1.8	1.6	0.4	1.5	2.9	1.4	1.3	-1.2	-2.4	-2.7	3.6	1.5	0.9
Finlandia	3.2	2.2	0.9	2.0	3.7	1.5	2.5	3.1	-2.2	-5.9	4.9	1.7	1.0
Alemania	1.8	1.1	0.6	0.5	0.4	1.0	3.3	1.7	-0.4	-5.1	3.1	1.7	0.3
Japón	2.5	1.0	1.6	1.6	2.1	0.9	1.3	1.7	-0.7	-4.0	4.9	-0.5	2.0
Corea	5.6	4.3	4.3	4.3	2.7	2.6	3.8	3.8	1.7	0.6	4.9	1.9	1.8
Estados Unidos	1.2	1.8	3.0	3.0	2.4	1.5	0.9	1.0	0.4	0.8	3.7	0.8	0.8
Zona Euro	1.7	1.2	0.4	0.4	1.3	0.8	1.8	1.3	-0.4	-2.6	2.4	1.3	0.4
Total OCDE	1.9	1.8	1.7	1.8	2.2	1.5	1.7	1.5	-0.3	-1.8	3.0	1.0	1.1

FUENTE: base de datos de Perspectivas de la economía, OCDE, disponible en <www.oecd.org/centrodemexico/estadisticas/>.

Cuadro 2
Crecimiento del PIB real por regiones y global, 1960-2008
(tasas de crecimiento anual a precios de 2005)

	1960-1970	1970-1980	1980-1990	1990-2000	2000-2008
Crecimiento global	5.3	3.7	3.1	2.9	2.8
Países desarrollados	5.3	3.4	3.1	2.6	2.0
Economías emergentes	5.3	5.6	3.5	4.9	6.1

NOTAS: Crecimiento global: basado en 67 países (datos de 1960-1970) y 76 países (datos desde 1970).

FUENTE: McKinsey Global Economic Growth Database (McKinsey, 2010:12).

En la gráfica 1 se advierten las oscilaciones del ciclo global. El crecimiento promedio de los países desarrollados es más estable pero bajo, en tanto que en los países en desarrollo muestra altas y bajas pronunciadas. En el interior de ese ciclo tiene lugar un subciclo, llamado *dot.com* o de la nueva economía, que se extiende a lo largo de la década de 1990. Este subciclo concluye en un *crac* sectorial en telecomunicaciones en 2001 (*The Economist*, 20 de abril de 2000, Stiglitz, 2004; Cassidy, 2002). En ese subciclo no se agotan las fuerzas expansivas, especialmente la onda de sobreendeudamiento que requirió un tiempo mayor para desenvolverse.

Como ya se mencionó, formalmente todos los factores estaban presentes para dar mayor continuidad y fuerza al ciclo: *a*) la revolución tecnológica de la información y la comunicación, que implica la aparición y rápido desarrollo de nuevos sectores industriales y de servicios organizados en redes globales; *b*) la interconexión de dos polos mundiales que interactúan estrechamente en el marco del nuevo patrón industrial: EEUU, cuna de la revolución tecnológica, y China, país de tamaño continental en acelerado proceso de industrialización orientado a las exportaciones y oferente no sólo de mano de obra barata, sino también, cada vez más, de trabajadores del conocimiento,

Cuadro 3
Exportaciones de alta tecnología de los países miembros de la OCDE
(millones de USD corrientes y porcentaje de las exportaciones de productos manufactureros)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
	343 421	371 456	399 418	402 210	482 376	561 314	580 979	646 424	678 926	752 512	859 966
	18.25	19.03	18.83	19.55	19.66	19.91	20.09	21.15	21.84	22.67	24.32
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	784 968	770 107	829 579	969 177	1 048 411	1 170 853	1 095 152	1 137 542	936 836	1 078 121	1 143 847
	23.13	21.84	20.63	20.31	20.77	20.50	16.89	16.27	17.14	16.81	16.49

NOTA: son consideradas exportaciones de alta tecnología los productos de las industrias aeroespacial, informática, farmacéutica, de instrumentos científicos y de maquinaria eléctrica.

FUENTE: elaboración propia con datos de indicadores del desarrollo mundial, Base de Datos Comtrade de las Naciones Unidas, <datos.banco-mundial.org/indicador>.

y c) la aparición de una pléyade de innovaciones financieras que transforman la gestión del crédito.

Como se verá a continuación, un factor que interfirió, y que ha sido omitido por los enfoques de la financiarización, fue el enorme exceso de liquidez global que sobrevino ante un ritmo decreciente de la inversión mundial en capital fijo. Pero, ¿por qué declinó el ritmo de crecimiento de la inversión mundial?



NOTA: 1983 = 100.

FUENTE: Banco Mundial, *Informe sobre el desarrollo mundial*, varios años.

EXCESO DE LIQUIDEZ Y DESCENSO DE LA TASA DE FORMACIÓN DE CAPITAL EN EL CICLO GLOBAL¹⁶

Hemos visto que las tasas de interés bajas fueron una característica del ciclo global, debido al exceso de ahorro. El vehículo más importante del exceso de ahorro o liquidez es el superávit comercial euroasiático, estimado en un monto acumulado a 2008 de 5.4 millones de

¹⁶ A menos que se indique otra fuente, lo que sigue en este apartado es un resumen de McKinsey (2010, capítulo 1).

millones de dólares (trillones en inglés), mismo que se canalizó en su mayor parte a los bonos del Tesoro de EEUU. La otra fuente o vehículo de la pléyade de liquidez fue el ahorro corporativo, que alcanza globalmente la suma de unos 4.5 millones de millones de dólares en 2008. El exceso de liquidez se vio inducido por la declinación a lo largo de tres décadas de la tasa de formación de capital, es decir, la participación de la inversión en el PIB global.

La inversión global en activos físicos como porcentaje del PIB pasó de 26.1% en 1970 a 20.8% en 2002. Manteniendo la tasa correspondiente a 1970, se puede calcular que el mundo dejó de hacer, durante el periodo 1980-2008, una inversión de unos 700 mil millones de dólares promedio anualmente. Bajo el supuesto anterior, el faltante acumulado de inversión es de unos de 20 millones de millones para ese periodo.

Cuadro 4
La inversión global de capital como porcentaje del PIB global,
1970-2009

1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2009
25.4	25.0	25.0	23.0	23.8	23.1	20.8	24.0	21.8

NOTA: la inversión se define como formación bruta de capital en activos físicos.

FUENTE: *McKinsey Global Economic Growth Database* (McKinsey, 2010:10).

La declinación de la tasa global de inversión es un fenómeno de las economías maduras, asociada principalmente a tres factores:

- a) El fin de la reconstrucción de posguerra.
- b) El menor crecimiento del PIB global.¹⁷
- c) La declinación del costo de los bienes de capital.

La reconstrucción y ampliación del capital fijo llegó a su máximo a fines de la década de 1960, representando 35% del PIB en Japón y 29% en Alemania. Después de ese máximo, el crecimiento del PIB real empezó a declinar. Como se muestra en el cuadro 2, el promedio

¹⁷ La baja tasa de crecimiento del PIB global es una causa de la menor formación de capital, pero también es efecto del mismo.

de crecimiento del PIB en los años sesenta fue de 5.3%, contra 2.0% para el periodo 2000-2008.

En contraste con Europa y Japón, EEUU mantuvo una tasa estable de inversión de entre 18 y 20% del PIB. La tasa sería mayor si se ajustara para incluir la inversión en intangibles (educación, I&D, computación y *software*, marcas). Incluyendo estos activos, la tasa se hubiera elevado, principalmente en EEUU, para llegar a cerca de 30% en 2008 (la antípoda es China, con 5%). No obstante, esa inclusión no cambia la tendencia, porque el déficit persiste en la medida en que la tasa conjunta, incluyendo activos tangibles e intangibles, no varió prácticamente entre 1970 y 2008, permaneciendo en alrededor de 29% entre 1970 y 2008; en otras palabras, no aumentó pese a la revolución en los equipos de capital, a la que nos referiremos de inmediato.

Como resultado del aumento del poder de cómputo y el concomitante aumento en la calidad del equipo de capital computarizado, el precio de los bienes de capital ha descendido en comparación con el resto de los bienes y servicios. Consecuentemente, se ha requerido menos inversión para lograr una expansión determinada en la capacidad productiva.

Como se dijo previamente, la menor actividad de inversión contribuyó a mantener bajas las tasas de interés. Al mismo tiempo, el abaratamiento del crédito incentivó el endeudamiento, la baja en la tasa de ahorro y la apreciación de los títulos en la bolsa de valores. La menor tasa de inversión contribuyó también a elevar los beneficios corporativos y a la construcción inmobiliaria. Sumados esos aspectos, tenemos que el crecimiento y empleo se sostienen pero de manera inestable.

Las menores tasas de interés, el exceso de capital y el incremento del valor de los activos incentivaron el auge crediticio que llevó a la crisis. El factor que explica el mayor endeudamiento en las condiciones anteriores es el llamado "efecto riqueza", que abate la tasa de ahorro. Esta última pasó de 23% del PIB en 1970 a 19.6% a inicios del año 2000. El descenso, evidentemente, fue mayor en EEUU, que pasó de 22.7% en 1980 a 12.7% en 2008. El comportamiento de las familias explica la mayor caída de la tasa de ahorro en los países desarrollados, la cual se redujo a la mitad desde su nivel de 12% en 1980.

Curiosamente, el ahorro corporativo aumentó durante el ciclo, pues pasó de 10% del PIB, en 1980, a 13.3% en 2008. En la mayoría de los países ese aumento fue producto de la mayor rentabilidad, la menor tributación y, en EEUU, de la recompra de acciones.

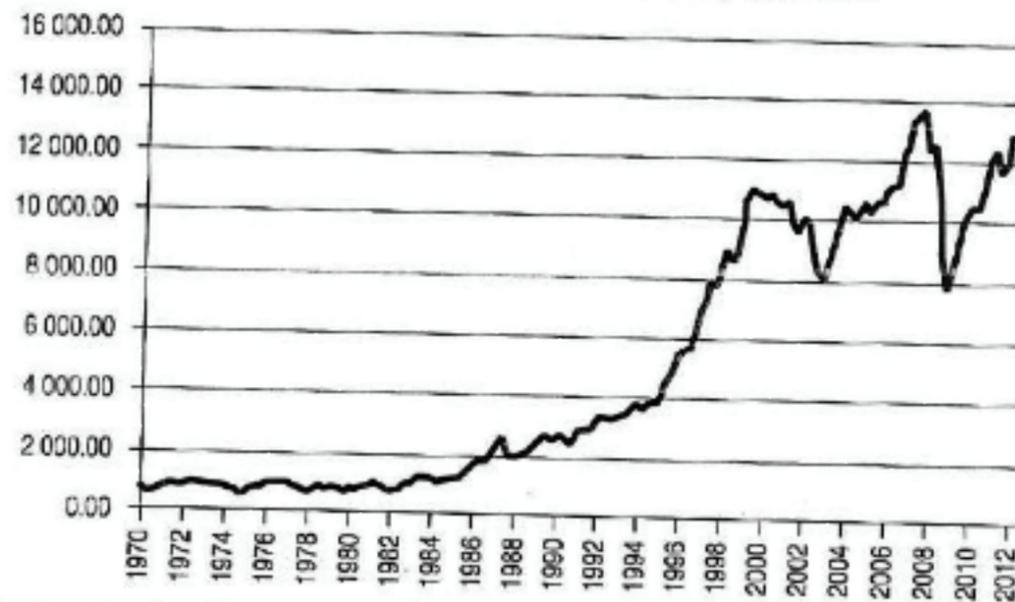
El ahorro corporativo fue otro de los vehículos del exceso de liquidez (véase Dumas, 2010). Ante la declinación relativa de la formación de capital, el exceso global de liquidez se desvió al auge inmobiliario-endeudamiento masivo en las economías desarrolladas. Para captar y movilizar ese capital los bancos de inversión crearon nuevos productos financieros, mismos que los inversionistas adquirieron masivamente. Veremos a continuación la relación directa entre la expansión masiva del crédito, la euforia y la crisis de liquidez, centrada en EEUU.

El estallido de la crisis financiera en el sector inmobiliario, 2008-2009

En el ciclo global la transferencia masiva de capacidad de producción de los países industriales, principalmente de EEUU a Asia —con eje en China e India—, adquirió carácter masivo (Ernst, 2010). A su vez, las industrias básicas en China crecieron explosivamente y se aproximan a la frontera tecnológica internacional. Así, se verifica una ampliación enorme del mercado global al entrar al mismo cerca de dos mil millones de chinos e indios, muchos de los cuales superan la línea de pobreza. Esos dos mil millones pueden definirse como los ganadores del nivel inferior de la globalización. Por su parte, los ganadores absolutos de la globalización son los tenedores de activos de capital, principalmente títulos accionarios, cuyos valores en la bolsa suben estratosféricamente durante el auge (véase la gráfica 2). El promedio Industrial Dow Jones alcanzó su máximo en 2008, al lograr casi 15 mil puntos.

El ciclo de expansión y endeudamiento se inició desde que se abatió la inflación excesiva a comienzos de los años ochenta. Las familias, el gobierno y el sector financiero avanzaron a la cabeza del proceso de endeudamiento (Dumas, 2010). Es en este ámbito donde se intersecan las fuerzas que animaron el auge. Las innovaciones financieras,

Gráfica 2
Índice de la Bolsa de Valores de Nueva York, 1970-2012



NOTA: es la cotización semanal del promedio industrial Dow Jones.
FUENTE: *Wall Street Journal*, 11-12 de octubre de 2008.

específicamente los instrumentos de bursatilización de la deuda hipotecaria, se concibieron para reducir el costo del financiamiento, lo que a su vez impulsó la construcción de viviendas. En EEUU, el índice de propiedad de vivienda pasó de 55% en 1940, a 67% en 2000, y 69% en 2004 (Shiller, 2008).

Hubo varios factores que explican el incremento del índice: aparte de la reducción de las tasas de interés y las innovaciones en la gestión del crédito, fueron muy importantes las reformas legislativas que reforzaron el derecho a la vivienda en ese país, lo que se tradujo en creación de entidades públicas para operar en gran escala un sistema subsidiado de hipotecas.

En Estados Unidos se estableció un acuerdo social respaldado por liberales y conservadores que justificó el subsidio de las hipotecas bajo el esquema Fannie Mae y Freddie Mac (en los que sigue F&F).¹⁸

¹⁸ Lo expuesto en este párrafo procede del excelente análisis de Acharya *et al.* (2011). Los autores dejan claro que se trata de un caso extremo de populismo e irresponsabilidad pública que los sucesivos presidentes se pasan unos a otros como bomba de tiempo.

Su función consistió en comprar las hipotecas de alto riesgo y asegurar las restantes contra un posible incumplimiento, lo que implicó abaratar el acceso a la vivienda y abatir los estándares crediticios.¹⁹ F&F no operaban con dinero público sino que obtenían su capital de la venta de bonos, pero con respaldo implícito del gobierno federal a la tasa de los bonos del Tesoro. Se trata de una pirámide o “esquema Ponzi”, porque no estaba en los libros de la contabilidad pública, y en la práctica engrosaba las ganancias de los bancos y operadores financieros en general, a costa de los contribuyentes. En agosto de 2010, de acuerdo con Acharya *et al.* (2011), el Tesoro había aportado 142 mil millones de dólares en el proceso de embargo de 150 mil viviendas, contemplando 65 mil millones más para mantener a ambas a flote hasta 2019.

El episodio final del auge inmobiliario fue el *subprime*: la extensión de las hipotecas a personas de menor capacidad de pago, conducida de la mano por F&F. El artificio para extender el crédito a nuevos sectores de la población fue el perfeccionamiento de los instrumentos financieros de gestión del riesgo, que demostró sus efectos benéficos, ya que aumentó la capacidad de endeudamiento a tasas de interés más bajas, elevando la accesibilidad de viviendas. La bursatilización masiva de las hipotecas mejoró el funcionamiento del mercado, creando ganancias extraordinarias al reducir el costo del capital.

La idea de un título basado en las hipotecas fue compartir, entre los nuevos agentes y los compradores de vivienda, el beneficio de la eliminación del intermediario, el banco hipotecario. Los bancos respondieron reduciendo su margen y entrando al negocio de los BHR, que en casi todos los casos quedó fuera de los balances contables del emisor para pasar al de un banco sombra (vehículo de propósito especial). La euforia continuaría en tanto siguiera elevándose el precio de las viviendas. Los modelos matemáticos computaban que el pre-

¹⁹ Keeley y Love (2010), de la OCDE, proporcionan un ejemplo revelador: un individuo con empleo de tiempo parcial y con un salario de 45 mil dólares al año, recibió un préstamo de 540 mil dólares con su casa como garantía. Sin embargo, los autores citados dan una explicación insuficiente de otorgamiento de *subprime*, ya que no consideran el papel de F&F, sino sólo la *colateralización* de la deuda hipotecaria.

cio de las viviendas seguiría indefinidamente al alza (véase al respecto Tett, 2010).

Bajo este escenario, la propiedad de vivienda en EEUU y el resto de los países desarrollados se incrementó considerablemente. En el caso de EEUU, según el índice Shiller, pasó de 160% en 2000 a 310% a inicios de 2006 (Shiller, 2008:36). El máximo incremento del precio de la vivienda en este país se verificó entre 2004 y mediados de 2006. Al comenzar el declive implacable de los precios de la vivienda se vio comprometida la rentabilidad del circuito creado a partir de la venta de vivienda, la titularización, la acumulación de deuda y, más a fondo, el endeudamiento masivo euroasiático a partir de los superávits.

Dumas (2010) señala que, una vez que comenzó el declive del precio de las viviendas, las pocas voces que se levantaron para aconsejar prudencia a la autoridad bancaria fueron silenciadas por el grito de los monetaristas, keynesianos, analistas, periodistas y voceros de partidos políticos, para no mencionar los que habían logrado empleo en el auge. Esas voces fueron calificadas como los “aguafiestas” de la prosperidad global.

Una vez que reventó la burbuja, hubo varios aspectos explosivos en la gestión del crédito en el auge inmobiliario que explican sus enormes costos sociales. Uno de ellos fue el papel de las agencias calificadoras, que convalidaron el abatimiento de los estándares crediticios asociados a la sobreemisión de los BHR. Otro aspecto fue la relación letal entre esos bonos y los CDS.

La baja escandalosa en los estándares crediticios orquestada por F&F desde fines de la década de 1990 hacía evidente, a quienes estaban en el medio con los ojos abiertos, que tendría que ocurrir un *default* masivo. Esos personajes, generalmente clientes privilegiados de Goldman Sachs, usaron los CDS como una especie de apuesta de que se produciría el *default* de los BHR.²⁰ Los emisores o compañías asegu-

²⁰ De acuerdo con el *Financial Times* y otros diarios, Goldman, después de 2006 —iniciado el descenso del precio de las viviendas en Estados Unidos—, seguía aconsejando a sus clientes regulares adquirir BHR, pero a sus ejecutivos y clientes privilegiados les aconsejaba apostar contra ellos, es decir, adquirir CDS, adoptando lo que se llama coloquialmente en el medio una posición “corta”, porque los BHR caerían en *default*.

radoras que vendían CDS, como el gigante AIG, se especializaron en vender esos derivados para el segmento o tramo dominado por los *subprime*, pensando en que nunca pagarían y sin tener las reservas de capital necesarias para las contingencias. Como explica Durbin (2010:206), la emisión de CDS por compañías aseguradoras como AIG constituía una violación de las regulaciones, ya que tiene exigencias de cobertura de riesgos de las que carecía AIG, la cual optó por eludir el problema recurriendo al reaseguro, algo que sólo alargó la cadena de fragilidad.

El CDS también es llamado por algunos autores —como Durbin (2010:208-210)— BHR *sintético*. Ante el hecho de que se había agotado el número de personas que podían tomar una hipoteca, aun con estándares crediticios muy bajos, se atrajo masivamente a nuevos inversionistas; se les vendía lo que aparentaba ser un BHR, pero en realidad era un CDS. El rendimiento que recibiría el comprador del BHR sintético era parte del rendimiento que pagaba al comprador del CDS. El negocio parecía redondo porque la mayoría pensaba que el BHR original no entraría en *default*. Éste es uno de los elementos de la llamada toxicidad, siendo el otro la mezcla disimulada de *subprime* entre hipotecas triple A.

Al descender los precios de la vivienda a mediados de 2006, quien tuviera la información necesaria sabría que todo el proceso se vendría abajo. Sin embargo, siguieron casi dos años de euforia ficticia, que llegó a su fin el 15 de septiembre de 2008, con el anuncio de la quiebra de Lehman Brothers, que no encontró comprador ni rescatista. Muchos ingenuos, como los llama Kindleberger, siguieron adquiriendo o aceptando una hipoteca, endeudándose por otras vías o comprando BHR. Unos pocos, encabezados por los astutos operadores de Goldman Sachs, empezaron a salir, desprendiéndose de los títulos de hecho devaluados. Otros pensaron que eran demasiado grandes para caer, es decir, que serían rescatados por el prestamista de última instancia. Los bancos de inversión de Wall Street, las aseguradoras como AIG, los ejecutivos de F&F, estaban en lo correcto.

La quiebra de Lehman Brothers constituye un suceso significativo para calendarizar la crisis; otro es la semana negra, comprendida entre el 6 y el 11 de octubre, en la que se produjo la peor pérdida en

sus 112 años de historia (véase *WSJ*, 11/12 de octubre de 2008). A fines de 2007, el promedio industrial Dow Jones llegó a su máximo acercándose a los 15 mil puntos (véase la gráfica 1). El umbral más bajo se alcanzó el viernes 10 de octubre de 2008, con 8 579.19, y se mantuvo alrededor de ese puntaje los siguientes días.

El ideólogo de la reaparición del prestamista de última instancia fue el nuevo gobernador de la Reserva Federal, Ben Bernanke, un académico que decía que había dedicado parte de su vida a estudiar las consecuencias de la negativa a rescatar a los inversionistas del *crac* del 29. El rescate a favor del puñado de bancos de Wall Street representó unos 550 mil millones de dólares en calidad de aportación directa de capital, 285 mil millones de garantías crediticias y 418 mil millones para asegurar activos (véase Acharya, 2011:3), concedido en calidad de préstamo y pretendidamente condicionado a que, cuando los bancos se recuperaran, no recurrieran al pago de dividendos multimillonarios a accionistas y ejecutivos.

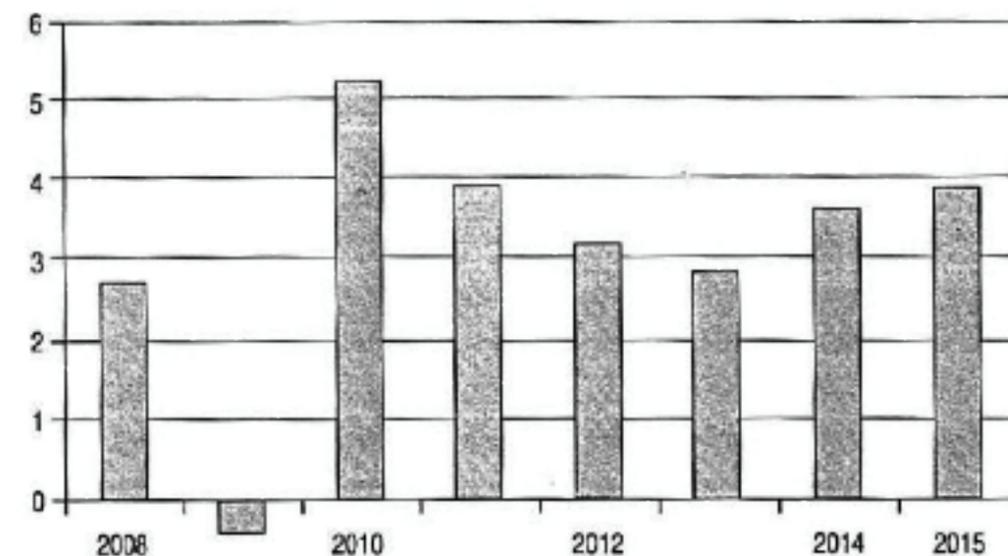
El rescate de los bancos de Wall Street representó sólo una parte de solución convencional del problema, ya que el proceso de sobreendeudamiento se encontraba muy extendido y la insolvencia aumentaría a medida que decreciera la actividad económica y se agudizara el desempleo. Los millones de estadounidenses y europeos que adquirieron vivienda con los instrumentos mencionados, en su gran mayoría, perdieron sus casas, porque el valor de las mismas quedó chico en relación con el costo de la hipoteca, que tenían tasas flotantes. Otros no pudieron seguir pagando porque la recesión los dejó desempleados. El problema perenne es, como subraya Kindleberger: ¿a quién se rescata y con cuánto?

LA GRAN RECESIÓN Y LA PERSISTENCIA DEL EXCESO DE CAPITAL

A pesar del enorme potencial de la economía digital, el crecimiento económico global perdió fuerza, sobreviniendo la crisis y la recesión. Lo anterior, junto con la fuerza que adquirió la especulación financiera, se explica en parte por la menor formación de capital que caracteriza

al periodo iniciado en los años setenta del siglo pasado. De tal forma, se arrastra una plétora de capital alimentada por el mercantilismo de los grandes exportadores (principalmente China y Alemania), lo que provoca una serie de crisis de intensidad media que culminan en el *crac* inmobiliario. Al contrario de lo que suponen las hipótesis de la financiarización, la especulación no restó fuerzas a la producción; más bien, la desaceleración productiva acompañada de menor inversión en capital fijo provocó la plétora de capital e intensificó la especulación, encontrando temporalmente refugio en el sector inmobiliario. El *crac* detuvo la expansión del crédito, ocasionando la reversión del proceso de endeudamiento, lo que impactó adversamente al crecimiento global (véase la gráfica 3).

Gráfica 3
PIB mundial
(cambio porcentual en paridad del poder de compra)



NOTA: paridad del poder de compra.

FUENTE: elaboración con datos del FMI (2013, 2014 y 2015 son valores estimados).

La recesión mundial propiamente dicha se verificó entre 2008 y 2009. En 2010 se produjo una recuperación del PIB mundial que resultó efímera, ya que se sostenía en la impresión masiva de dinero (o eufemísticamente, facilidades cuantitativas) por parte de la Reserva Federal. En 2011 declinó de nuevo la actividad económica, lo

que podría prolongarse hasta 2014. Una recuperación duradera se ve limitada por el factor mismo que precipitó la crisis: la plétora de capital y, simultáneamente, el endeudamiento masivo (un producto del ciclo). En Estados Unidos la deuda entre empresas, familias y gobierno, después de estabilizarse a fines del decenio de 1970, comenzó a crecer desde inicios de los años noventa (excepto en el sector corporativo no financiero). En 2009, el endeudamiento alcanzó niveles récord entre familias, gobierno y corporaciones financieras; en estas últimas rebasó el 100 como porcentaje del PIB (véase Dumas, 2010:21). Luego, la recuperación implica el desendeudamiento.

Para que un país se convierta en ahorrador neto dentro de una economía mundial interdependiente o global, principalmente aquellos que sobrellevan grandes déficits comerciales (como EEUU, Gran Bretaña, la periferia europea, etcétera), requiere reducir sus importaciones. Por otra parte, los grandes superavitarios (China, Alemania, Japón y los países nórdicos) deben aumentar sus importaciones. En ese cambio de papel radica uno de los principales puntos de conflicto en la definición de una política de recuperación, principalmente porque el gobierno alemán se niega a sacrificar su superávit, e insiste en que los países deficitarios deflacionen para recuperar el equilibrio en sus cuentas con el exterior.

De acuerdo con el reporte de Bain and Company, titulado *Un mundo ahogado en dinero* (2013), la magnitud del capital global²¹ se elevó a 600 millones de millones de dólares en 2010, es decir, el triple de la cantidad correspondiente a 1990. Lo anterior significa que la magnitud de los activos financieros globales es diez veces superior a la producción global. El citado informe insiste en que el resultado de tal abundancia de capital, al prevalecer márgenes muy estrechos de rendimiento real, es paralizar, confundir y distorsionar las decisiones de inversión. Lo anterior significa que la superabundancia de capital incrementará la frecuencia, magnitud y severidad de las burbujas especulativas, en la medida en que los inversionistas sedientos de mayores

²¹ Bain and Company (2013) define el capital como la suma del dinero líquido, los bienes de producción y los activos financieros, como bonos y acciones. Añade que el sector productivo o economía "real" emite títulos accionarios, que son otra forma de riqueza.

rendimientos de capital se precipiten sobre los activos que parezcan prometedores; en tanto el sistema financiero global haya rebasado a la economía productiva, el valor de los activos financieros alcanzará rápidamente niveles insostenibles.

Algunas opiniones afirman que la desaceleración mundial, que afecta principalmente a los países desarrollados, es una expresión del pasaje a un nuevo centro dinámico (Asia del Pacífico), representado esencialmente por China. Citan en apoyo a esta hipótesis las mayores tasas de crecimiento en ese país, aun en el contexto de la crisis y la recesión subsiguiente. Estos planteamientos soslayan, sin embargo, la dependencia tecnológica y comercial de China de la potencia líder, que continúa siendo Estados Unidos. Lo anterior se refleja en la desaceleración de China y su condición de aprendiz tecnológico.

BIBLIOGRAFÍA

- ACHARYA, Viral *et al.* (2011), *Guaranteed to Fail: Fannie Mae, Freddie Mac and the Debacle of Mortgage Finance*, Princeton, Princeton University Press.
- BAIN AND COMPANY (2013), *A World Awash in Money. Capital Trends through 2020*, Boston, Bain and Company.
- BOOLE, George (1958 [1854]), *An Investigation of the Laws of Thought on Which are Founded the Mathematical Theories of Logic and Probabilities*, Nueva York, Macmillan, reimpresso corregido: Dover Publications.
- BRYNJOLFSSON, Erik y Brian KAHIN (eds.) (2000), *Understanding the Digital Economy*, Cambridge, MA, The MIT Press.
- CAMPBELL-KELLY, Martin y William ASPRAY (2004), *Computer. A History of the Information Machine*, Boulder, Westview Press.
- CASSIDY, John (2002), *Dot.con: The Greatest Story Ever Sold*, Londres, Allen Lane, The Penguin Press.
- CASTELLS, Manuel (1999), *La era de la información*, vol. I, México, Siglo XXI.
- COWAN, Robin; Paul A. DAVID y Dominique FORAY (2000), "The Explicit Economics of Knowledge Codification and Tacitness", en *Industrial and Corporate Change*, vol. 9, núm. 2, pp. 211-253.

- DAVID, Paul y Dominique FORAY (1995), "Accessing and Expanding the Science and Technology Knowledge Base", en *STI Review*, núm. 16, pp. 13-68.
- DUMAS, Charles (2010), *Globalisation Fractures. How Major Nations' Interests are Now in Conflict*, Londres, Profile Books.
- DURBIN, Michael (2010), *All about Derivatives*, Nueva York, McGraw Hill.
- ERNST, Dieter (2010), "Innovación Offshoring en Asia: causas de fondo de su ascenso e implicaciones de política", en María de los Ángeles Pozas, Miguel Ángel Rivera Ríos y Alejandro Dabat (coords.), *Redes globales de producción, rentas económicas y estrategias de desarrollo: la situación de América Latina*, México, Centro de Estudios Sociológicos, El Colegio de México.
- FORAY, Dominique (2000), *Economics of Knowledge*, Cambridge, The MIT Press.
- KEELEY, Brian y Patrick LOVE (2010), *OECD Insights: From Crisis to Recovery. The Causes, Course and Consequences of the Great Recession*, París, OECD.
- KINDLEBERGER, Charles (1991), *Manías, pánicos y cracs: historia de las crisis financieras*, Barcelona, Ariel.
- MADDISON, Angus (1989), *The World Economy in the 20th Century*, París, OECD Development Centre, traducción al español en Angus Maddison (1992), *La economía mundial en el siglo XX*, México, FCE.
- MARX, Karl (1946), *El capital. Crítica de la economía política*, México, FCE.
- _____ (1993), *Miseria de la filosofía*, México, Quinto Sol.
- _____ y Friedrich ENGELS (1992), *La ideología alemana*, Valencia, Universitat de Valencia.
- _____ y Friedrich ENGELS (1999), *Manifiesto del partido comunista*, México, Quinto Sol.
- MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE (2010), *Farewell to Cheap Capital? The Implications of Long-Term Shifts in Global Investment and Saving*, Washington, McKinsey and Company.
- MODELSKI, George (1987), *Long Cycles in World Politics*, Washington, University of Washington Press.

- MOKYR, Joel (2002), *The Gifts of Athena. Historical Origins of the Knowledge Economy*, Princeton, Princeton University Press.
- MOULIER BOUTANG, Yann (s/f), *Los nuevos cercamientos: nuevas tecnologías de la información y de la comunicación, o la revolución rampante de los derechos de propiedad*, Universidad de París-La Sorbona, inédito.
- _____ et al. (2004), *Capitalismo cognitivo, propiedad intelectual y creación colectiva*, Madrid, Traficantes de Sueños/Mapas.
- MOWERY, David y Nathan ROSENBERG (1991), *Technology and the Pursuit of Economic Growth*, Cambridge, Cambridge University Press.
- _____ (1998), *Paths of Innovation. Technological Change in 20th Century America*, Cambridge, Cambridge University Press.
- _____ et al. (2004), *Ivory Tower and Industrial Innovation. University-Industry Technology Transfer before and after the Bayh-Dole Act*, Stanford, Stanford Business Books.
- NELSON, Richard y Nathan ROSENBERG (1993), "Technical Innovation and National Systems", en Richard Nelson (ed.), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, Nueva York/Oxford, Oxford University Press, pp. 3-21.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU) (1994), *Informe económico y social mundial*, Nueva York, ONU.
- _____ (1995), *Estudio económico y social mundial*, Nueva York, ONU.
- PÉREZ, Carlota (2004), *Revoluciones tecnológicas y capital financiero: la dinámica de las burbujas financieras y las épocas de bonanza*, México, Siglo XXI.
- REID, Thomas Roy (2001), *The CHIP. How Two Americans Invented the Microchip and Launched a Revolution*, Nueva York, Random House.
- RIORDAN, Michael y Lillian HODDESON (1997), *Cristal Fire. The Invention of the Transistor and the Birth of the Informational Age*, Nueva York, W. W. Norton and Company.
- SCHUMPETER, Joseph (1979), "La inestabilidad del capitalismo", en Nathan Rosenberg (comp.), *Economía del cambio tecnológico*, México, FCE.

- _____ (1983), *Capitalismo, socialismo y democracia*, Barcelona, Aguilar.
- _____ (1997[1944]), *La teoría del desenvolvimiento capitalista: una investigación sobre ganancias, capital, crédito, interés y ciclo económico*, México, FCE.
- _____ (2002), *Ciclos económicos: análisis teórico, histórico y estadístico del proceso capitalista*, Zaragoza, Prensas Universitarias de Zaragoza.
- SHANNON, Claude (1948), "A Mathematical Theory of Communication", en *Bell System Technical Journal*, vol. 27, julio y octubre, pp. 379-423 y 623-656.
- _____ (1949), "Communication Theory of Secrecy Systems", en *Bell System Technical Journal*, vol. 28, núm. 4, pp. 656-715.
- SHILLER, Robert (2008), *The Subprime Solution: How Today's Global Financial Crisis Happened, and what to Do about It*, Princeton, Princeton University Press.
- STIGLITZ, Joseph (2004), *Microeconomía*, Barcelona, Ariel.
- TETT, Gillian (2010), *Fool's Gold: The Inside Story of J.P. Morgan and How Wall St. Greed Corrupted Its Bold Dream and Created a Financial Catastrophe*, Nueva York, Free Press.
- THE ECONOMIST (2000), "After the Gold Rush. Have the Markets Really Punctured the Dot.com Bubble?", en *The Economist Newspaper*.
- _____ (2004), "Managing Complexity, Special Report on Software Development", 27 de noviembre.
- TYLECOTE, Andrew (1992), *The Long Wave in the World Economy. The Current Crisis in Historical Perspective*, Londres, Routledge.
- VERNON, Raymond (1979), "La inversión internacional y el comercio internacional en el ciclo de productos", en Nathan Rosenberg, *Economía del cambio tecnológico* (Lecturas del Fondo), México, FCE.
- WALL STREET JOURNAL (2008), "Dow Jones Industrial Monthly Average", en *The Wall Street Journal*, consultado el 11 y 12 de octubre de 2008.
- WOMACK, James et al. (1992), *La máquina que cambió el mundo*, Madrid, McGraw Hill.

2. Desarrollo económico y cambio tecnológico. Una revisión teórica y metodológica

Miguel Ángel Rivera Ríos*
René Caballero Hernández**

INTRODUCCIÓN

En la década de 1970 el capitalismo experimentó una serie de cambios estructurales que lo llevaron a un nuevo estadio de evolución; entre ellos cabe incluir el deterioro social y político en América Latina, el llamado "milagro asiático", la continuidad del vertiginoso ascenso industrial japonés, el auge exportador alemán y la aparente decadencia industrial de Estados Unidos (EEUU). Estos fenómenos fueron precedidos por la debacle de la *economía de desarrollo* (ED), por la "desilusión" con el industrialismo en América Latina y por la efímera adopción de estrategias neoclásicas "moderadas" que dieron paso, después de la crisis de la "deuda", al radicalismo neoliberal. En conjunto, los procesos socioeconómicos, junto con las limitaciones de los cuerpos de pensamiento existentes para explicarlos, colocaron a la teoría del crecimiento y del desarrollo ante formidables e inesperados retos a la hora de analizar la nueva realidad histórica.

Desde el punto de vista de la ED, todos estos fenómenos se pueden considerar hechos noveles o incluso anomalías. Ante el cúmulo de tales "anomalías" (véase Hodgson, 2006), era previsible que se produjera una desorientación con discontinuidad de líneas de investigación y,

* Profesor-investigador en la Facultad de Economía de la UNAM, División de Estudios Profesionales y de Posgrado (mriver@servidor.unam.mx).

** Profesor-investigador en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, campus Tizayuca (rene_caballero@uach.edu.mx).

finalmente, alguna clase de replanteamiento y renovación de enfoques y tratamientos teóricos.

Después de una serie de reajustes, se configuraron dos polos: en un extremo quedó definido un bloque de teoría/ análisis/ prescripción neoclásico, sesgado hacia las expectativas racionales y la teoría de la elección pública; mientras que en el otro extremo quedó laxamente unificado un conjunto de enfoques heterodoxos. En cuanto a la estrategia de desarrollo, la reforma neoliberal se impuso principalmente en los países latinoamericanos, que habían sido víctimas de crecientes desequilibrios (externo y fiscal) a medida que se agotaba la industrialización por sustitución de importaciones (ISI). Mientras las economías de América Latina impulsaban la austeridad y la privatización, los tigres asiáticos entraban a la etapa avanzada de aprendizaje tecnológico de la mano del Estado desarrollista.

El debate se centró, en primera instancia, en la interpretación del milagro asiático. Los neoclásicos lo atribuyeron a que esos países se habían adherido a los principios del libre mercado y a las ventajas comparativas estáticas; por tanto, presentaron el éxito de Taiwán, Corea del Sur y Singapur como el resultado de su modelo de reformas. La heterodoxia (corrientes teóricas que rechazan el equilibrio general) respondió reivindicando el Estado desarrollista, pero sin regresar a las ideas y propuestas estructuralistas. Desde finales de la década de 1980, una oleada de nueva bibliografía se ha dedicado a estudiar el éxito de las economías dinámicas de Asia con un enfoque inspirado en las aportaciones de Schumpeter, Weber y Gerschenkron, y en nuevos planteamientos como los de Nelson y Winter, quienes sientan una de las bases del evolucionismo moderno.

Coincidiendo con el declive del Consenso de Washington, los enfoques heterodoxos se robustecieron y diversificaron hasta formar un mosaico de orientaciones analíticas y prescriptivas. Al respecto, se pueden distinguir tres cuerpos principales: *a)* la conceptualización sobre industrialización tardía, *b)* los enfoques tecnólogos y *c)* la nueva teoría del desarrollo (NTD). Lo que une a estas tendencias es que subrayan de manera general la importancia del aprendizaje tecnológico en el ascenso industrial de Asia nororiental. No obstante, subsisten diferencias de enfoque, en particular en lo que se refiere a la unidad de

análisis y al papel de los factores político-institucionales, los cuales constituyen uno de los ejes de la NTD, pero que están ausentes en los estudios sobre industrialización tardía y los enfoques tecnólogos.

El objetivo del presente capítulo es analizar y comparar las diversas escuelas, líneas de estudio y corrientes que se dedican a estudiar el desarrollo, así como destacar la creciente influencia de los enfoques tecnólogos. En particular, se busca definir la *suficiencia explicativa* de esas escuelas, es decir, si el enfoque en su conjunto permite responder tanto al "cómo" (sobre la orientación exportadora, la apertura total o parcial, la protección de la industria, etcétera) como al "por qué" (qué factores de fondo permitieron o bloquearon la adopción de determinadas medidas).

La hipótesis es que los estudios de primera generación, en particular la economía del desarrollo y el estructuralismo latinoamericano, entraron en crisis al no poder relacionar el cómo con el por qué. Aunque las siguientes generaciones replantearon el problema, en general no establecieron esta crucial relación. Sólo en una fecha relativamente reciente la NTD propuso un estudio integral, con una agenda multiprogramática de investigación.

Para alcanzar el objetivo propuesto, se parte de la diferenciación entre las corrientes que han estudiado el tema, empezando por la ED. Luego, para ubicar la propuesta neoclásica, se especifican los problemas asociados a la crisis de la ED. Posteriormente se abordan las teorías tecnólogos, esbozando los problemas analíticos y metodológicos que plantea su aplicación a la realidad de las economías de América Latina, donde, como norma, persiste el nivel de atraso relativo. Finalmente, se toman algunos elementos de la NTD para sugerir líneas alternativas de investigación y de reflexión.

PRINCIPALES CORRIENTES TEÓRICAS QUE ESTUDIAN EL DESARROLLO ECONÓMICO

Desde su fundación hasta la actualidad, la teoría del desarrollo ha pasado por distintas etapas en las que se ha redefinido su *status* analítico, prescriptivo y epistemológico. La teoría de primera generación

es la ED, que mantuvo su integridad hasta entrada la década de 1960 (véase Hirschman, 1985).

Enseguida viene una segunda generación, representada por los autores neoclásicos "moderados", quienes reconocen el *status* de la industria naciente, tales como Balassa (1988) y Little *et al.* (1975), cuyos análisis y prescripciones tienen vigencia hasta fines de 1970.

Ambas escuelas tienen los alcances de teorizaciones generales, ya que sus postulados e hipótesis abarcan todo el universo fenoménico, es decir, a todos los países atrasados o periféricos.

A diferencia de estas dos escuelas, desde fines de la década de 1980 el estudio de los fenómenos en cuestión tiende a perder el nivel de generalidad, quedando frecuentemente acotado a ciertos países (las economías dinámicas de Asia) o, como en el caso de autores como Geffrey (1995) y Ernst y Kim (2002), abarcando procesos más amplios a partir del modelo exitoso de la experiencia en Asia, y derivando de allí propuestas de política para el resto de los países subdesarrollados.

La condición de teoría de alcance general se recupera hasta inicios de la década de 1990, cuando la NTD propone una agenda amplia de investigación formalmente equivalente, por sus alcances, a la que propusieron la primera y la segunda generación, pero con las características de amplitud analítica que se señalaron antes.

Lo que aquí se denomina *enfoques tecnólogos* del desarrollo constituye otra innovación teórica-analítica con un alto grado de generalidad, ya que asumen que el crecimiento económico está determinado por el cambio tecnológico. En este caso, la diferencia radicaría en la respuesta que se da a los problemas específicos de países que se encuentran muy alejados de la frontera tecnológica. Se volverá sobre ese punto más adelante.

El cuadro 1 ofrece una primera aproximación para establecer los alcances de la teorización y el análisis de las distintas corrientes o escuelas.

La ED, al igual que la escuela de filiación neoclásica y la NTD, toma a la economía nacional como unidad de análisis (el campo de estudio y de prescripción) y como núcleo endógeno.¹ Los enfoques tecnoló-

¹ Se define como lo hace Fajnzylber (1983).

gistas sitúan la unidad de análisis y el núcleo endógeno en la empresa o redes de empresas (incluyendo otras organizaciones), lo que acota la amplitud de su tratamiento.² Los estudios sobre cadenas y redes globales de producción tienen una amplitud equivalente, ya que su unidad de análisis es también organizacional. El paradigma de industrialización tardía adopta una unidad de análisis nacional, pero su aplicabilidad se limita a un grupo de países que podemos llamar "de alto desempeño", básicamente sin orientación prescriptiva.³

El cuadro 1 también muestra que las distintas corrientes de pensamiento siguen vigentes en distintos grados, salvo la ED, que dejó de ser el núcleo de teorización y análisis activo desde su crisis en la década de 1960, según lo explicado por Hirschman.

LA ECONOMÍA DEL DESARROLLO: ENFOQUE, APORTES Y LIMITACIONES

La primera escuela dedicada a estudiar la problemática de las áreas y países atrasados del mundo fue la ED, y desplegó sus actividades entre los años cuarenta y sesenta (Meier y Baldwin, 1973; Meier, 1995). Los pioneros se adentraron en terreno desconocido, ya que en la teorización que existía hasta el decenio de 1940 no había cabida para conceptos como "atraso económico" o "industrialización de la periferia". Regía entonces una tipología derivada de la aplicación del concepto de "ventajas comparativas" a las relaciones internacionales, del que emanaron la teoría pura del comercio internacional y el teorema Heckscher-Ohlin. Tal estatuto dividía a los países, según su "dotación de recursos", en industriales y agrarios, aunque asumía que sus coeficientes técnicos o tecnología eran idénticos. Estableciendo una serie de supuestos "heroicos" (véase Dossi, Pavitt y Soete, 1993), resultaba

² Conviene aclarar que los tecnólogos no enfocan la empresa fuera del contexto nacional, sino que mantienen líneas de correspondencia, pero privilegiando, como el mismo Dosi lo declara, el ámbito microeconómico.

³ Autores como Robert Wade (1999) y Chalmers Johnson (1987) identifican claramente la estrategia de desarrollo de los tigres asiáticos, pero son muy cautelosos a la hora de sugerir su aplicabilidad en otros países.

Cuadro 1
Corrientes teóricas heterodoxas que estudian el desarrollo económico

Corrientes teóricas	Raíz teórica	Autores representativos	Unidad de análisis	Proceso determinante	Núcleo endógeno	Vigencia
Economía del desarrollo.	Economía clásica, keynesiana, Marx, economía del bienestar.	Lewis, Rosenstein, Rodan, Nurkse.	Economía nacional.	Acumulación de capital.	Nacional.	
Enfoques tecnológicos.	Teoría evolucionista, Schumpeter, teoría del conocimiento.	Ross-Larson, Westphal, Bell-Pavitt, Bell-Albu.	Empresa u organización, red de empresas y sistema de innovación.	Acumulación de conocimiento.	Empresarial.	Vigente.
Industrialización tardía, Estado desarrollista.	Veblen, Weber, Gerschenkron.	Amsden, Chalmers Johnson, Wade.	Sistema institucional nacional.	Aprendizaje, transformación institucional.	Nacional.	Vigente.
Tratamiento sobre cadenas y redes globales.	Wallerstein, Penrose.	Gereffi, Ernst.	Cadenas o redes de empresas.	Acumulación de conocimiento.	Local o subnacional.	Vigente.

Cuadro 1 (continuación)

Corrientes teóricas	Raíz teórica	Autores representativos	Unidad de análisis	Proceso determinante	Núcleo endógeno	Vigencia
Teorías/ondas de crecimiento y revoluciones tecnológicas.	Regulacionismo francés, Schumpeter, ciclo de vida (Vernon, Hirsch).	Carlota Pérez.	Sistema mundial.	Ondas mundiales de crecimiento.	Inserción nacional.	Vigente.
Desarrollo institucional y organizacional.	Economía del desarrollo, evolucionismo, <i>Path Dependence</i> .	Stiglitz, Hoff.	Sistema sociopolítico nacional.	Condiciones sociopolíticas del aprendizaje.	Nacional.	Vigente.

FUENTE: elaboración propia, basado en la bibliografía citada, también en Rivera, 2010.

una interdependencia comercial armoniosa. Se insistía en que los países agrarios, pese a carecer de industria, tenían opciones de prosperidad y dinamismo económico si se sujetaban a las reglas de la división del trabajo. La teoría pura del comercio internacional, pese a lo irreal de sus supuestos, estuvo vigente hasta inicios de la década de 1970, gracias a una serie de consideraciones doctrinarias (Dosi, Pavitt y Soete, 1993).

La oportunidad histórica para que naciera la ED se presentó con la crisis mundial de 1929 y la subsiguiente depresión de los años treinta, que significó el fin del orden internacional liberal (Yusuf, 2009). El colapso de la vieja división internacional del trabajo vulneró la interdependencia mundial basada en productos primarios e industriales. Considerando el colapso de la demanda internacional de productos primarios, lo que quedaba en el aire era el curso que seguirían las economías atrasadas o periféricas para asegurar cierto dinamismo y bienestar. La reedificación de las relaciones internacionales que posibilitó el acuerdo de Bretton Woods, a pesar de que sólo tomó limitadamente en cuenta la situación de los países atrasados, ofreció un clima propicio para la emergencia de la *economía del desarrollo* (Hirschman, 1985).

Tres factores permitieron la conformación de lo que sus adherentes llamaron "nueva subdisciplina": a) la toma de conciencia, consustancial al fin de la vieja división internacional del trabajo, de que la especialización primaria no podía proporcionar prosperidad a un país periférico; b) la debacle de la doctrina liberal y el descrédito de la ortodoxia neoclásica por efecto de la crisis y la depresión, con el cambio de la agenda hacia el intervencionismo estatal e incluso la planificación, y c) la descolonización y la promoción del desarrollo, como parte de la estrategia de contención de la insurrección comunista y de la influencia de la URSS en el llamado "tercer mundo" (Hirschman, 1985).

Para los científicos sociales metropolitanos, a cuyos nombres está asociada la ED, la visión de la pobreza generalizada en países distantes de África, Asia y América Latina, incongruente con la prosperidad occidental, debe haber provocado un fuerte impacto ético (Meier, 1995). Esto constituyó un incentivo de primer orden para la campaña intelectual que emprendieron desde fines de los años cuarenta, cuyas

metas eran entender lo que frecuentemente llamaron "el círculo vicioso de la pobreza" y esbozar una estrategia general para superarlo (Myrdal, 1959). Esa estrategia quedó centrada en el impulso a la acumulación de capital, como se explicará más adelante.

El enfoque teórico y analítico propuesto por los autores de la ED se apoyó principalmente en la teoría keynesiana, la economía clásica y Marx; aunque estos autores también generaron conceptos propios, algunos de gran originalidad, que se formularon sobre la marcha, en el contacto directo con la realidad de los países atrasados. Bajo esa perspectiva, los países que dotaban de materias primas al mercado internacional se consideraban economías primitivas, dependientes casi enteramente del sector agrario, donde se concentraba a la gran mayoría de la población (Lewis, 1963). La pobreza era generalizada y, excepto en los enclaves exportadores, los países vivían en condiciones de reproducción simple.

El modelo Harrod-Domar proporcionaba las herramientas conceptuales para abordar la acumulación de capital (la fuerza motora del desarrollo), gracias a que relaciona inversión de capital con el crecimiento. Ese modelo simple buscaba determinar cuánto puede crecer una economía por cada adición a su *stock* de capital (relación capital-producto). Si el aumento en la tasa de acumulación llevaba a la creación de nuevas industrias, habría transferencia de trabajadores del campo a la ciudad, lo cual provocaría un aumento de la productividad y la formación del mercado interior (Lewis, 1963). En vista de la complementariedad de las inversiones, se requería, para mantener el gran impulso, coordinar las inversiones (estrategia de crecimiento equilibrado, véase Rosenstein-Rodan, 1963).

Se pueden distinguir tres etapas en la orientación de los primeros estudios de la ED. Una etapa optimista, en la que se cifraron grandes expectativas en la ayuda al desarrollo, la cual elevaría la tasa de acumulación y detonaría los cambios en la estructura de la producción y del empleo (Hirschman, 1996). En esta etapa, el foco de la estrategia estaba en superar la economía de autosubsistencia, donde la productividad del trabajo era nula, y en impulsar a la industria naciente (Lewis, 1963). Los autores de la ED subrayaban que el aumento de la tasa de acumulación debía de ser sostenido y generalizado, para lo cual

propusieron los conceptos de crecimiento equilibrado, gran impulso y coordinación de las inversiones (Rosenstein-Rodan, 1963).

Una segunda etapa, que inicia con la década de 1960, caracterizada por el escepticismo, dado que los autores descubrieron las fuertes restricciones al desarrollo, advirtieron la persistencia de la trampa del atraso y reconocieron la ambivalencia de las fuerzas que actúan en la economía internacional (Myrdal, 1959; Hirschman, 1985).

La tercera etapa es la debacle, dado que se desarticula la ED y se desvanece la ilusión de un pasaje rápido a la sociedad industrial. En esta etapa los autores más lúcidos reconocieron que el avance de la industrialización había dejado un legado social y político adverso (véase Hirschman, 1984:138 y subsiguientes).

Explicar la debacle de la ED no es sencillo, pero hay que considerar que fue precedida por el llamado *desengaño* (idea del agotamiento de la ISI) y por la creciente hostilidad hacia, o al menos la desconfianza ante, la industrialización. Esta noción de desengaño está muy presente en Guillermo O'Donnell (1978) y en Maria C. Tavares (1964) (véase Hirschman 1985:135-161).⁴ En cuanto a las causas de la debacle, aquí se sigue la interpretación de Hirschman (1985), quien fija como punto de partida la conexión que establecieron los críticos de izquierda y derecha de la ED entre la estrategia desarrollista y los desastres sociopolíticos que afligieron a varios países de América Latina, entre las décadas de 1960 y 1970. A pesar de que fue ampliamente debatida la conexión entre los avances de la industrialización y los golpes de Estado, represión, dictaduras, subempleo, etcétera, hasta el día de hoy no se ha llegado a proponer una explicación satisfactoria sobre dicha conexión. Pese a ello, los autores de la ED aceptaron tener una importante responsabilidad, al reconocer que sus expectativas eran diametralmente opuestas. La declaración de responsabilidad remite a la forma en que los autores de la ED concibieron los patrones conductua-

⁴ La desilusión y desconfianza ante la industrialización se expresa al plantearse que, para acelerarla, se requiere una mayor desigualdad en la distribución del ingreso, lo que lleva al autoritarismo. Dentro de esta interpretación sobresale O'Donnell y los economistas brasileños (véase Hirschman, 1985:151-152). José Valenzuela retoma esta tesis bajo el concepto de "secundario exportador". Hirschman (1985 y 1996: cap. XV) critica de forma integral a O'Donnell (1978) y a los brasileños.

les que rigen en los países que emprenden la industrialización. Los autores de la ED reconocieron que, ingenuamente, esperaban que los empresarios, trabajadores y gobernantes abrazaran el credo de la industrialización y la modernización y se comportaran colectivamente según el modelo occidental, en prosecución no sólo de una sociedad próspera sino también democrática; de allí el aforismo citado por Hirschman (1996): "las cosas buenas van juntas". Algunos de los especialistas adheridos a la ED reconocieron tardíamente que existían barreras culturales e institucionales en la población de los países pobres que no favorecía una conducta industrial, sino más bien una "pasional", en el sentido definido por Adam Smith en la *Teoría de los sentimientos morales*.⁵ Ese reconocimiento ponía en evidencia que la campaña por una sociedad industrial radica, en gran parte, en un cambio de mentalidad colectiva y, paralelamente, en un nuevo alineamiento de los intereses de las elites nacionales. Volveremos sobre ese crucial tema, reabierto en la NTD, al referimos a la relación entre información y toma de decisiones de política de desarrollo.

Como era de esperarse, la crítica a los autores de la ED puso de manifiesto las diferencias de concepción sobre el desarrollo económico (por ejemplo, la validez de la noción de "beneficio mutuo"), pero también las limitaciones en el enfoque estratégico de los autores de la ED. Su principal carencia consistió en no abordar la relación entre comercio internacional y desarrollo, que se explica por las condiciones de la década de 1950 —de insuficiente recuperación del mercado mundial— y también por la ausencia de demanda a las manufacturas que vendrían de los países de la periferia, una vez que comenzaran a avanzar en la industrialización.⁶

⁵ La dicotomía entre pasiones e intereses en la esfera económica, elemento central de la evaluación de la debacle de la ED que efectúa Hirschman, proviene de la afamada obra de Smith. El interés radica en la consecución del beneficio económico, y la pasión, en la negación de ese interés. En términos de comportamiento colectivo, el acaparamiento de los beneficios puede resultar socialmente destructivo, adquiriendo una definición pasional. Lo anterior quedó manifiesto en la oposición de los primeros empresarios de América Latina a la generación de eslabonamientos posteriores, lo que implicó una competencia entre los empresarios de primera generación y los de segunda intermedios (véase Hirschman, 1996).

⁶ Por ello, la solución al problema de coordinación de las inversiones propuesto por la ED no implicó la exportación.

EL ESTRUCTURALISMO Y LA CRÍTICA NEOCLÁSICA

Durante el periodo 1950-1960, la conformación y maduración de la ED se produjo bajo el acompañamiento, o con la posterior interposición, de otros enfoques teórico-analíticos con los que, o bien se verificó un agudo debate o hubo afinidad de enfoques y propuestas.

Como se desprende de lo señalado antes, a la izquierda se situó el neomarxismo (y el dependentismo) y a la derecha los neoclásicos. En una dirección afín a la ED se ubicó el estructuralismo latinoamericano, el cual reforzó el análisis y las propuestas a partir del argumento de la protección a la industria naciente y la intervención estatal generalizada. Aquí nuestra atención se centrará en algunos aspectos del estructuralismo y de la crítica neoclásica.

Siguiendo la dirección abierta por la ED, el estructuralismo definió la agenda estratégica, primordialmente en América Latina, poniendo el acento en lo que aquí llamaremos *desarrollismo estatista*. Esta corriente de pensamiento se conformó con expertos de la CEPAL, núcleo en torno al cual giraron una variedad de autores entre los que sobresalen Osvaldo Sunkel (1970) y Anibal Pinto (1970). Su enfoque refrendaba la orientación contra la ortodoxia, como se ilustra en la controversia con los economistas del FMI en torno al origen de la inflación. El conjunto de su concepción y su visión estratégica quedó definido por el papel determinante que le asignaban a la intervención estatal, en la movilización de recursos para el desarrollo, en vista de lo que consideraban la inoperancia de las fuerzas de mercado. Su confianza casi ilimitada en la intervención estatal puede juzgarse en retrospectiva como ingenua, pero la valoración del legado estructuralista se dificulta porque las economías dinámicas de Asia, específicamente Corea del Sur, Taiwán y Singapur, deben su éxito a una extensa intervención pública que se ha abarcado bajo el concepto de Estado desarrollista.

La estrella del desarrollo latinoamericano, y con ella la credibilidad de la amalgama ED-estructuralismo, comenzó a eclipsarse rápidamente, casi a la par del ascenso del milagro asiático. Las repercusiones fueron enormes, pues se extendieron más allá de la debacle de la ED y desembocaron en un replanteamiento teórico y en la redefinición

de las estrategias de desarrollo. La batuta la tomó una vertiente *sui generis* de la escuela neoclásica, que en otra parte se ha llamado "moderada". Este enfoque resulta interesante, por un lado, porque se articula como una crítica a la ED-estructuralismo, y por otro, porque propone una manera peculiar de resolver el problema de la dicotomía entre libre mercado/intervención estatal, dada la lección que brindaba el caso asiático —tema que también suscitó el interés de los autores que adoptaron la perspectiva heterodoxa. No debe perderse de vista la estrategia de desarrollo que formulan los neoclásicos moderados, que cabe calificar de intermedia, ya que es una combinación entre sustitución eficiente de importaciones y orientación exportadora, insólita para los estándares posteriores.

Durante el despegue de la ED, los neoclásicos moderados (NM) habían permanecido a la expectativa, formulando críticas aisladas a la ED pero, apoyándose en los problemas inesperados que aparecieron en el escenario latinoamericano. Hacia fines de la década de 1960 desplegaron una concepción y propuesta estratégica integrales, equivalentes en su unidad de análisis a las de los desarrollistas (véase el cuadro 1). Sus planteamientos tenían un doble soporte: de un lado la notoria inoperancia de las políticas proteccionistas; de otro, la evidencia histórica del milagro asiático. Little, Scitovsky y Scott (1975), y más tarde Balassa (1988), hicieron hincapié en varias fallas de las estrategias desarrollistas en curso: el olvido de las ventajas comparativas y, en general, una industrialización ineficiente situada a espaldas del mercado mundial.

Para definir el perfil de la aproximación efectuada por los neoclásicos "moderados", cabe ordenarla en tres rubros. Primero, su evaluación de las políticas proteccionistas; segundo, las políticas alternativas y, finalmente, una evaluación de la consistencia de su propuesta.

Little *et al.* (1975) sostienen, en su libro dedicado al estudio de la experiencia de siete países (Argentina, Brasil, México, India, Paquistán, Filipinas y Formosa), la hipótesis de que la ISI apoyó en exceso a la industria en relación con la agricultura. Lo anterior afectó adversamente las exportaciones, incluyendo las de productos primarios, pues concentró el ingreso y generó ineficiencia en la producción. Los autores también sostienen que dicha situación se debe a que las políticas

practicadas por el grupo de países periféricos difieren de las de los países hoy industrializados. Así, anotan que los niveles de protección han sido sustancialmente más elevados y que no se tomó conciencia de esa diferencia, como lo muestra el programa errático que se siguió, cuyo objetivo era conceder mayor protección si lo demandaban los nuevos empresarios.

Para una correcta estimación del nivel de protección, estos autores propusieron medirla sobre el valor agregado nacional (protección efectiva), no sobre el valor de todo el producto (protección nominal). Añaden que el proteccionismo se vio acompañado de otras políticas. La relación de precios entre campo y ciudad resultó desfavorable para el primero, provocando miseria en el campo y, con ello, migración y subempleo urbano. Sobre todo, el tipo de cambio se mantuvo sobrevaluado para abaratar las importaciones de insumos, equipo y bienes de capital, impactando adversamente las exportaciones; pero la importación excesiva de equipo de capital actuó contra el empleo. Por lo anteriormente expuesto, sostienen que el sesgo contra las exportaciones era inherente a la ISI.

La propuesta de política de Little *et al.* (1975) consistió en lo que llamaron "especialización con ventaja comparativa": la comparación de los costos relativos (nacional/internacional) llevará a decidir qué producir. De lo anterior refieren que es "hacer un mejor uso del comercio internacional". La originalidad de su propuesta radica en dos aspectos: *a)* las reservas que reconocen al argumento del libre comercio y *b)* afirman, con toda justificación, que los países desarrollados tienen un alto grado de protección contra las manufacturas de los países en desarrollo.

La principal objeción al libre mercado que hacen estos autores es que aquél produce una industrialización insuficiente. Se trata, en otras palabras, del argumento en favor de la industria naciente dentro de ciertos límites, es decir, los límites de la ventaja comparativa. Por lo anterior, invocan un apoyo especial a la industria, pero no necesariamente la protección. Dicho apoyo puede tomar la forma de subsidios y crédito, concebidos para atacar directamente la desventaja de la industria específica. Sobre todo, afirman, se debe subsidiar a las industrias que generan economías externas. Esos subsidios podrían combinarse con

una tasa de cambio más favorable, lo cual provocaría que los beneficios bajen para el total de la industria.

Enseguida discuten las posibilidades de aumentar las exportaciones: aunque los países desarrollados no están dispuestos a aceptar las exportaciones de los países en desarrollo, hay mucho margen para aumentar las exportaciones de manufacturas de esos últimos. Little *et al.* (1975) analizan los argumentos de los PD: justifican esa protección diciendo que trata de evitar una perturbación en sus mercados. Pero, ¿cuál es la magnitud de esa perturbación?, se preguntan.

Su respuesta es que el aumento de las exportaciones provenientes de los países en desarrollo en sectores intensivos en mano de obra provocaría un efecto residual en el empleo de las industrias afectadas, pero ciertamente, añaden, el efecto es fuerte en la rentabilidad de las industrias con las que compiten las exportaciones provenientes de la periferia. Empero, los autores insisten en que el beneficio general sería alto: el comercio mundial se expandirá debido a que los países en desarrollo, al vender más, comprarán más.

Concluyen su planteamiento evaluando lo que llaman problemas de la transición. Señalan que debe haber un periodo que preceda al cambio de dirección; ese periodo debe ser social y políticamente viable, gradual, enmarcado a su vez en un periodo de ascenso en el ingreso nacional. Proponen que, inicialmente, se eliminen las cuotas a las importaciones, siguiendo con la devaluación del tipo de cambio y la reducción del arancel.

El análisis y propuesta de los NM es fundamental, y supera las limitaciones de los estructuralistas; no obstante, se encuentra minado por dos fallas. Una es privativa de su concepción y estrategia de desarrollo; la otra se refiere a su adscripción al paradigma del desarrollo racional, al cual se adhieren también las otras escuelas, con excepción de la NTD.

La estrategia de los NM se mantiene dentro de los límites de las ventajas comparativas estáticas, lo que para la situación de los países que habían iniciado la industrialización, incluyendo a los de Asia oriental, significa que su competitividad se limita a las manufacturas intensivas en mano de obra. Balassa es elocuente al respecto; dice que la escasez relativa de capital físico y humano coloca a los países que

concluyeron la primera etapa de la sustitución de importaciones en desventaja para producir bienes intermedios y de capital (Balassa, 1988:24-25). Luego añade: tales bienes sólo podrán producirse en esos países a costa de una mayor protección y asumiendo sustanciales desequilibrios en su balanza comercial (Balassa, 1988:25). La estrategia que deben seguir, continúa Balassa, debe centrarse en establecer un sistema de incentivos que permita exportar los bienes que se pueden sustituir "eficientemente", es decir, los intensivos en mano de obra (Balassa, 1988:29-32). De lo señalado se desprende que una estrategia que conduzca a la producción de bienes para los cuales no existe ventaja comparativa está excluida, porque implicaría distorsionar el comportamiento de los precios, factor que se encuentra en la base del diagnóstico del paso fallido a la sustitución de segunda etapa que presenta Balassa.⁷

La adhesión al paradigma del desarrollo racional significa que los especialistas, como los desarrollistas o los NM y después los tecnólogos, se limitan a proporcionar a los tomadores de decisiones la información de mayor calidad. El avance en el debate parece haber arrojado, efectivamente, información de mayor calidad; por ejemplo, las implicaciones de la gestión del tipo de cambio o la medición del nivel de protección a la industria. El problema radica, como se clarificará después, en que identifican información con toma de decisiones; en otras palabras, si la información es superior significa que conducirá automáticamente a las decisiones respectivas. Veremos más adelante, citando a Hoff y Stiglitz (2004), que los tomadores de decisiones pueden tener a su disposición la información de mayor calidad y ser conscientes que su adopción es Pareto-eficiente y aun así negarse a acatarla.

A fines de los años setenta, tres corrientes incidieron en el debate y en la conformación de la teoría del desarrollo. La más poderosa es la doctrina neoliberal, que combina el pensamiento neoclásico, la llamada "teoría de la elección pública" y la filosofía austriaca (véase

⁷ Little *et al.* (1975) son ambiguos al respecto, ya que si bien no excluyen enteramente la emergencia de una industria más avanzada, queda en la oscuridad cómo puede florecer si la regla primordial es "hacer un mejor uso del comercio internacional", lo que significa el apego a las ventajas comparativas estáticas.

Chang, 1988); la segunda es el paradigma de la industrialización tardía, que se puede considerar una corroboración de que la desventaja en la producción de bienes intermedios y de capital fue superada, precisamente, a través de la distorsión del sistema de precios (eso sucedió con los tigres asiáticos a través del Estado desarrollista). La tercera es la que aquí se ha llamado "tecnologista", inspirada en Schumpeter y enmarcada en la teoría evolucionista.

En el apartado siguiente se analizará esa corriente, empezando por la relación que establece entre cambio tecnológico y crecimiento económico, siguiendo con la asociación que señalan diversos autores entre innovación y desarrollo económico, primordialmente a través de la noción de aprendizaje tecnológico. También se hará una breve alusión a las teorías que se autodenominan "de crecimiento endógeno", cuyo concepto de capital humano ocupa un lugar central en las propuestas de política de las organizaciones multilaterales.

LA CORRIENTE TECNOLÓGICA EN EL ESTUDIO DEL DESARROLLO ECONÓMICO

Cambio tecnológico y crecimiento económico

La concepción del cambio tecnológico como principal fuerza propulsora del crecimiento económico estaba ampliamente formulada en la obra de Marx, aunque de forma un tanto primitiva ya que se asocia, en lo esencial, a lo que hoy se denomina tecnología incorporada (medios de producción, o de capital). Schumpeter (1934) desarrolló el legado de Marx desligándolo de la lucha de clases. En sus otros aspectos, el autor austriaco mantuvo la integridad de la propuesta de Marx: el estudio de la innovación como una fuerza disruptiva que gobierna un crecimiento discontinuo de alzas y bajas del nivel de actividad. El ciclo económico fundamental es el de Kondratiev, ya que en su interior se despliegan las revoluciones tecnológicas.

Con el ascenso de la teoría del equilibrio general se eclipsó el interés en el cambio tecnológico e incluso en las otras formas de concebir la dinámica económica. El estudio de la acumulación de capital se

preservó en virtud de su continuidad con la escuela clásica, para desembocar en el modelo de Solow (1956). Este modelo asume que el crecimiento económico está en función de la inversión destinada a incorporar mayor cantidad de insumos de trabajo y de capital, sujeto al principio de la productividad marginal decreciente del factor abundante. Sin embargo, los artículos escritos por Abramovitz (1956, 1962) y por el propio Solow, desde mediados de los años cincuenta, cambiaron enteramente el escenario al diferenciar entre el aumento en la producción proveniente del mejoramiento de la eficiencia y el que deriva del mayor uso de insumos. Abramovitz (1979), utilizando datos de Kuznets (1963), estimó que entre 1869-1878 y 1944-1953 el producto neto per cápita de Estados Unidos creció a una tasa anual de 1.9%, lo que significa que se cuadruplicó; de ese aumento, el autor estima que la productividad contribuyó con 60% y que el 40% restante provino del aumento en la cantidad de insumos. El citado autor asoció tentativamente el aumento de la productividad al cambio tecnológico, aunque con algunas reservas.

Los intentos posteriores por ampliar las estimaciones de la contribución del cambio tecnológico en el crecimiento tropezaron con dificultades porque, como lo subrayó Abramovitz, no todo el incremento de la productividad proviene de la introducción de una nueva técnica. Asimismo, Denison refiere que la productividad puede aumentar también por economías de escala o el aumento de la calificación laboral.

La clave, explica Rosenberg (1976, 1982), es la amplitud con que se difunde una innovación y se generaliza la reducción de costos, esto implica el desplazamiento de la vieja tecnología. De tal modo, resulta crucial la diferencia ya establecida por Schumpeter entre innovación y difusión. La innovación es, en primer término, una cuestión circunscrita a la empresa que toma la delantera. Dentro de supuestos relativamente simples, la empresa innovadora obtendrá una ganancia extraordinaria, medida unitariamente por la diferencia entre el precio de mercado y el precio reducido por la innovación, pero sin generar un beneficio para la sociedad o los consumidores. El beneficio social será el aumento de la productividad o la reducción del precio del bien en cuestión.

Nathan Rosenberg observó que la temática de la difusión de las innovaciones tecnológicas ha sido relegada, debido a que se ha identificado incorrectamente el impacto económico de un invento con la obtención de una patente. Pero el impacto económico, añade, proviene de la difusión, debido a que los efectos de las tecnologías superiores dependen de su utilización generalizada. Lo crucial, sobre todo si se trata de invenciones de gran alcance (llamadas después radicales o sistémicas), es que su difusión por lo general depende de un caudal de perfeccionamientos y de la adaptación a los requerimientos del mercado.

El estudio de innovaciones de cierto alcance, como las semillas híbridas de maíz, la segadora mecánica, el carbón mineral (o coque) y el ferrocarril, demostró que el proceso de difusión implicó periodos que van de cuatro a 20 años, de acuerdo con la evidencia histórica más sólida de los beneficios esperados (véase, por ejemplo, Griliches 1957 y 1960, para la trayectoria de difusión de la tecnología del maíz híbrido en Estados Unidos).

Recapitulando, tenemos que las bases para el estudio de la relación entre el cambio tecnológico y el crecimiento económico fueron establecidas por Marx y Schumpeter. Al primero se le debe la definición de la dinámica económica moderna a través de los conceptos de reproducción simple y ampliada, y dentro de esta última, el crecimiento extensivo (o solowniano) y el intensivo (schumpeteriano).

Consustancial a lo anterior es el carácter discontinuo del crecimiento económico, o bien, la sucesión de altas y bajas propias del ciclo económico. A su vez, la reproducción ampliada se encuentra indisolublemente asociada al excedente económico o plusvalor, sin el cual no se puede edificar una teoría del crecimiento, ni comprender el papel del cambio tecnológico. Lo anterior lleva a Schumpeter a la noción de que las innovaciones vienen en racimo y que abren el camino de la "destrucción creadora", a través de revoluciones tecnológicas.

La creciente interrelación de la teoría de la innovación con la teorización sobre el conocimiento ha implicado una extraordinaria profundización del objeto de estudio. Actualmente se ha impuesto la concepción de que la tecnología es una forma de conocimiento útil que tiene diversas formas de concreción. La definición del conocimiento

en estado tácito, y su traducción en genérico, ha sido de enorme utilidad para estudiar la difusión del cambio tecnológico. En especial, se ha reconocido la importancia de la base tácita del conocimiento para poder realizar procesos de aprendizaje. La diferenciación, pero también la interrelación, entre conocimiento e información resulta crucial para analizar los procesos actuales de valorización.

Antes de estudiar el papel del cambio tecnológico en el desarrollo económico, habría que tener en cuenta que hay sustanciales problemas de aplicabilidad del acervo conceptual de la teoría de la innovación a los países que iniciaron tardíamente su industrialización. Esos países carecen de bases organizacionales e institucionales —o en el mejor de los casos, las bases están incompletas—, para ser tecnológicamente dinámicos. Esta formidable restricción suele soslayarse, en parte, por la tendencia a concebir el cambio tecnológico como un proceso organizativo que aísla a la empresa de su contexto nacional. En economías atrasadas, dicho contexto puede afectar negativamente —y ésa parece ser la regla— las actividades de innovación tecnológica.

Cambio tecnológico y desarrollo económico

Los avances que culminaron con el estatuto evolucionista y *neoschumpeteriano*, perfilado hacia comienzos de la década de 1980, brindaron el soporte teórico, analítico y empírico para relacionar tecnología con desarrollo; sin embargo, el factor detonante lo brindó el llamado milagro asiático, así como el previo ascenso industrial de Japón y su conversión en potencia mundial. En un principio, entre fines de los años sesenta y setenta, la experiencia de Corea del Sur y Taiwán se estudió y entendió en el marco de una industrialización orientada a las exportaciones, esencialmente bajo una perspectiva macroeconómica. Esta orientación estaba en consonancia con las dos primeras generaciones y su posterior controversia sobre libre mercado *versus* intervención estatal.

Sin embargo, cuando comenzó a estudiarse más detenidamente la industrialización coreana y de Taiwán se comprobó que no era simplemente un proceso de promoción de las exportaciones, sino una transformación mucho más profunda cuya comprensión no podía efectuarse

simplemente con el instrumental teórico sobre la acumulación de capital y la macroeconomía estándar.

Las reformas que emprendió Corea del Sur desde comienzos de los años sesenta encajaban a primera vista con la estrategia recomendada por los NM, aunque había diferencias sustanciales: se promovió el aumento del ahorro y la inversión, se efectuó la corrección del tipo de cambio, pero no se produjo una liberalización general del régimen de importaciones. En lugar de lo anterior, las importaciones de bienes intermedios y de capital destinados a la exportación se liberalizaron. El crédito a las empresas quedó bajo control gubernamental y se canalizó a tasas subsidiadas. Adicionalmente, se redujeron los impuestos directos e indirectos.

El gobierno de Corea llegó mucho más lejos que la estrategia usualmente recomendada pues intervino para orientar, e incluso crear, a los agentes protagónicos (los *chaebol*). Estos conglomerados pasaron por varios procesos de consolidación, de acuerdo con los lineamientos establecidos por el gobierno, sobre todo para incursionar en la industria pesada. También se crearon empresas públicas y, principalmente, se tomaron medidas para lograr un objetivo en cierto modo novel: la transferencia de tecnología a empresas nacionales. La estrategia adoptada por Corea estaba en contradicción con el modelo convencional del *learning by doing* de Arrow (1962), el cual subestimaba las enormes dificultades del proceso.

En función de la complejidad de la estrategia coreana y de sus repercusiones, en un estudio pionero Pack y Westphal (1986) propusieron entender la industrialización de ese país en términos de cambio tecnológico. Ellos afirman que el cambio tecnológico fue el eje de la estrategia de intervención en el citado país, como lo fue también en Taiwán. Ese estudio, precedido por los artículos de Westphal (1978) y Kim (1984), establecen el fundamento de los tratamientos tecnólogos del desarrollo económico. Pack y Westphal reconocen que la industrialización no se ha estudiado previamente en términos de cambio tecnológico, aunque señalan que hay antecedentes en las investigaciones históricas de Landes (1969) y Rosenberg (1982).

Habría que distinguir dos etapas en la constitución de los tratamientos tecnólogos. En la primera, representada por el citado artículo,

junto con el de Dahlman, Ross-Larson y Westphal (1988), se mantienen ciertas características de los estudios de primera y segunda generación, esto es, la unidad de análisis nacional y la definición del proceso como industrialización de la economía nacional. También hay una conexión importante con la teoría de la acumulación, ya que conciben el uso efectivo del conocimiento tecnológico asociado a la inversión de capital. A fines de los años ochenta emerge otra vertiente de estudio afín a ésta, la cual toma como eje el aprendizaje tecnológico en el marco de lo que definen como industrialización tardía (Amsden, 1989). El conocido como "paradigma de la industrialización tardía" ofrece un tratamiento histórico basado en las nociones organizativo-institucionales de Gerschenkron (2002).

A inicios de los años noventa se perfila la siguiente etapa en la formación de los enfoques tecnólogos. El cambio más importante, introducido en publicaciones como la de Bell y Pavitt (1992), es la tendencia a alejarse del marco nacional y centrarse en la empresa o conjunto de empresas, es decir, lo que se denomina la concepción organizativa del cambio tecnológico. Como señalan Bell y Pavitt: las firmas son los más importantes actores en la acumulación de tecnología porque aprenden de la operación específica que efectúan en sus sistemas de producción; los países en desarrollo se han concentrado en otras instituciones, por lo cual sus políticas de ciencia y tecnología han estado mal orientadas. El objetivo debería ser favorecer el desarrollo de las capacidades tecnológicas dentro de las empresas. Michael Hobday (1995), otro autor representativo, sustituyó el concepto de industrialización por el de innovación, acotándolo a un sector y focalizando el papel de la empresa. Así, Hobday habla de *empresa recién llegada* en lugar de *economía recién llegada* o "tardía".

La aportación más relevante de los tratamientos tecnólogos, tomados en su conjunto, radica en su crítica al concepto desarrollista de industrialización, junto con su cuestionamiento a fondo del enfoque neoclásico. Desafortunadamente, a la larga descartan enteramente el concepto de industrialización, lo cual ha derivado en consecuencias adversas para la integridad de la agenda de investigación. Su crítica se extiende al proceso histórico de industrialización, verificado principalmente en América Latina, que erróneamente atribuyó el aumento

cuantitativo de la producción industrial a la transformación de la estructura del sistema económico.

A continuación veremos la crítica tecnóloga a la industrialización, que podemos llamar "tradicional", para luego revisar brevemente las aportaciones que se efectúan desde el ángulo de la acumulación de capacidades tecnológicas o aprendizaje tecnológico.

La crítica a la industrialización tradicional fue formulada primero por Dahlman *et al.* (1988), pero luego fue retomada y ampliada por Bell y Pavitt (1992). El punto de partida de esta crítica es distinguir entre dos tipos de recursos: la capacidad de producción (*production capacity*) y las habilidades tecnológicas (*technological capabilities*). La primera incorpora los recursos usados para producir bienes industriales a un nivel dado de eficiencia y una determinada combinación de insumos: equipo (tecnología incorporada), mano de obra calificada (experiencia y *know how* operativo y organizativo), especificación de producto e insumo y sistemas de organización. En contraste, la segunda abarca los factores adicionales necesarios para generar y manejar el cambio técnico, incluyendo habilidades, conocimientos, experiencia, estructura institucional y enlaces. Esta distinción es importante porque permite explicar la dinámica de la industrialización y los recursos necesarios para generar y sostener el dinamismo.

La observación más significativa es la siguiente: el aprendizaje tecnológico es una capacidad especial y no una simple adición a la capacidad de producción existente, como erróneamente se asumió. Al respecto, los autores señalan:

[...] durante dos siglos el debate sobre la industrialización se centró en las medidas para estimular la acumulación (incremento de la capacidad productiva). El dinamismo tecnológico quedaba excluido de este enfoque porque se le consideraba comúnmente como un producto automático de las decisiones de inversión en capacidad productiva. Para los que invocaban políticas de protección, el dinamismo tecnológico era visto como inherente a la propia protección e iba a surgir como derivado del surgimiento de un sector doméstico de bienes de capital. Igualmente, pero desde otro ángulo, se consideraba que el dinamismo tecnológico surgiría como una consecuencia inevitable de la orientación exportadora o de la presión competitiva generada por los regíme-

nes liberalizadores del comercio. Obviamente el régimen comercial es importante, sin embargo, a medida que los recursos para el cambio industrial se vuelven más complejos es menos posible que el comercio o las decisiones de inversión en capacidad productiva aseguren la inversión en capacidades generadoras de dinamismo tecnológico (Bell y Pavitt, 1992:261-262).

Lo anterior nos lleva al fondo del problema del aprendizaje tecnológico. La experiencia que sistematizan los estudios tecnólogos, tomada de Asia nororiental, pone de manifiesto que es un proceso costoso, prolongado e incierto. Gran parte del problema gira en torno al carácter tácito del conocimiento, concepto que Nelson y Winter (1982) retoman de Polanyi (1967). La naturaleza tácita del conocimiento tecnológico explica el fracaso de gran parte de los proyectos de importación de bienes de capital, desde equipo específico hasta plantas llave en mano. Al guiarse por criterios convencionales, que impliquen una distinción errónea entre innovación y difusión, los gobiernos y los industrialistas soslayaron el proceso de adaptación y *posadaptación* de la tecnología importada. Por lo anterior, no se lograba trascender la capacidad de producción, siendo frecuentemente insuficiente el conocimiento para ampliar la producción o hacer modificaciones en los sistemas productivos (o innovaciones incrementales).

Una serie de publicaciones posteriores, que integraron los estudios tecnólogos con los de enfoques basados en cadenas y redes de producción, puso de manifiesto los enormes avances tecnológicos de un grupo puntero constituido por Corea del Sur, Taiwán, Singapur, China y la India. Esos estudios perfilaron mejor los requerimientos organizativos para impulsar el aprendizaje tecnológico, incluso aproximándolo a la frontera. Pese a las amplísimas investigaciones efectuadas por grupos cada vez más amplios, unificados por algunos conceptos ejes, prevalecen interrogantes y se perfilan problemas metodológicos.

El principal interrogante es por qué el avance tecnológico ha quedado confinado a un grupo reducido de países. Los países que han quedado al margen padecen niveles elevados de pobreza, tienen un desempeño económico inestable y, en general, exhiben dependencia de la exportación de recursos naturales. Los incentivos generan un bien-

estar nacional generalizado o las condiciones internacionales aparentemente más favorables, pero no han inducido a los gobiernos de la mayoría de los países de la periferia a replicar el desempeño de los tigres asiáticos.

Acuciados por las diferencias de desempeño económico, los tecnólogos han efectuado estudios comparativos entre los casos nacionales exitosos y los fallidos, o analizado la experiencia de estos últimos a la luz de los primeros. Sin embargo, las conclusiones han sido más bien descriptivas y no analíticas y tienden a reiterar la misma estrategia de aprendizaje tecnológico que se desprende de la experiencia asiática. Esto último representa un retroceso, en comparación con el estudio fundacional de Pack y Westphal (1986). Aunque ambos estudios subrayaron que Corea del Sur utilizó la misma estrategia de desarrollo ya conocida, los últimos añaden, de manera diferente, que la "habilidad de los gobiernos para intervenir selectivamente para lograr eficiencia dinámica no puede darse como un hecho. Verdaderamente la mayoría de los gobiernos carecen de esa habilidad" (Pack y Westphal, 1986:104). Esta advertencia parece olvidada, ya que las prescripciones tecnólogos, coincidiendo con los estudios de las organizaciones multilaterales, sugieren que la puerta está abierta para todos; que la clave reside en que los que toman decisiones deben saber exactamente qué hacer. Paradójicamente, los mismos autores reconocen la preponderancia de los casos fallidos, sin poder explicar a fondo las causas.

Lo anterior indica que los tecnólogos han optado en su mayoría por adherirse al paradigma del desarrollo racional, concentrándose en proporcionar información de mayor calidad, dejando la toma de decisiones fuera de la agenda de investigación.

Poco más de medio siglo después, se advierte que el círculo se cierra, ya que se retorna al punto de partida que llevó a la debacle de la ED: la omisión de lo que Hirschman llamó la "economía política de la industrialización por sustitución de importaciones". Hirschman se refería a la necesidad de considerar los factores políticos, sobre todo aquellos que conciernen a la toma de decisiones en el proceso socioeconómico. Este vacío tiende a llenarlo la nueva teoría del desarrollo.

NUEVA TEORÍA DEL DESARROLLO:
UNIFICACIÓN DE LOS PROCESOS SOCIOPOLÍTICOS
Y ECONÓMICOS

La NTD es una propuesta que intenta llenar el vacío dejado por los enfoques "racionales" ya aludidos, formando parte de una nueva teoría económica. Sus principales exponentes argumentan que el desarrollo no es, en primera instancia, un proceso de movilización de capital, sino de cambio en la forma en que está organizada y funciona la sociedad, aludiendo con ello a los factores políticos que determinan la toma de decisiones y sus repercusiones en grupos sociales y organizaciones (véase Hoff y Stiglitz, 2004:392).

En particular, resulta central para su argumentación la noción de un condicionamiento histórico que ata a una sociedad a procesos pasados, por ejemplo la distribución del ingreso y la pobreza. Específicamente, desde este punto de vista la pobreza tiene un significado doble: expresa la alta concentración de la riqueza y la improductividad de una parte sustancial de la población. Si la pobreza se auto-reproduce históricamente, se requiere un esfuerzo sociopolítico consciente y concertado para superarla (ruptura de condicionamiento histórico), puesto que es favorecida por el mantenimiento del *statu quo* y sus beneficiarios tradicionales.⁸

La NTD se encuentra en proceso de constitución, pero su metodología está definida. Se funda en la conjunción de tres programas de investigación: la economía de la información, la teoría de los problemas de coordinación y la economía institucional. La conjunción de estos programas aleja la teoría y el análisis de la escuela neoclásica, en particular porque la NTD considera que las economías subdesarrolladas están muy distorsionadas y en un sostenido equilibrio ineficiente. La información de alta calidad para superar las distorsiones y lograr un equilibrio superior, podría ser de conocimiento general, pero una diversidad de razones impide actuar conforme a ella. Tales razones se

⁸ Lo que sigue es una síntesis de la exposición efectuada por Hoff y Stiglitz (2004). Otros autores que pertenecen a esta corriente son: Engerman y Sokoloff (1997), Easterly (1999), Dasgupta y Ray (1986) y Banerjee y Duflo (2000).

deben a problemas de coordinación o al bloqueo político ejercido por los perdedores potenciales. Los problemas de coordinación explican la subinversión en educación y tecnología.

Las instituciones juegan un papel central, pero no en un sentido neoclásico ni "estructuralista" (que las supone exógenas).

Al respecto, estos autores retoman el postulado de North II, en cuanto a que las instituciones, en su calidad de reglas formales e informales, llevan a un equilibrio, pero pueden ser disfuncionales a los objetivos del desarrollo. Ejemplos de esas instituciones son la aparce-ría, y en la actualidad, las barreras extra legales para impedir la entrada de nuevos competidores a un mercado. Establecen una relación fundamental entre lo que se llama actualmente "capital social" (instituciones de la sociedad tradicional) y el proceso de desarrollo. Este último implica sustituir las instituciones tradicionales por instituciones modernas, pero el resultado queda indeterminado, ya que la acción pública puede, ya sea exacerbar o mitigar, el desajuste provocado por ese pasaje. Si se exacerba el desajuste, las iniciativas por impulsar el cambio tecnológico se volverán inoperantes.

En ese contexto cabe preguntar: ¿la acción política puede mover a la economía a un nuevo equilibrio? En condiciones de atraso, y por ende de institucionalidad disfuncional, la intervención debe estar orientada a romper el condicionamiento embebido en la conducta de los agentes. Sin embargo, esto sólo será posible si la intervención es a profundidad. Únicamente las intervenciones a profundidad afectan el proceso político, que es la vía para incidir en el estatus del sistema económico.

Las intervenciones más importantes son aquellas que cambian a la larga la distribución de la riqueza. Sin embargo, el problema radica en que los agentes que definen los instrumentos de intervención tienen una doble participación (directa o indirecta), pues actúan en el proceso político (definen la toma de decisiones) y también en el proceso económico (son propietarios de activos productivos o representan a los propietarios). En tal configuración, "el tomador de decisiones" no adoptará una política con repercusiones tipo Pareto, porque anticipará que a la larga perderá (él o aquellos que representa) poder de decisión.

Lo que dificulta el cambio es, por tanto, la incertidumbre de quiénes serán los ganadores. En tal caso, las ganancias potenciales del cambio deben ser lo suficientemente elevadas como para compensar a los perdedores, que tienen poder político. Pero aun cuando se suponga que se pueda identificar *ex post* a tales perdedores y compensarlos, puede no haber garantías de credibilidad en cuanto a que el responsable de la política efectúe la compensación. En todo caso, si no cumple, el castigo sería, en una sociedad con democracia electoral, castigar con el voto a los gobernantes.

Una última cuestión es la relación y conflicto entre los factores históricos que mueven a una sociedad en sentido inercial, a lo largo de una trayectoria (o la fijan en un equilibrio ineficiente) y la acción social para el cambio. Estos autores argumentan, siguiendo el modelo del *path dependence*, que un choque o conmoción social puede inducir al sistema a un nuevo equilibrio, al obligar a los actores participantes a abandonar sus papeles previos (Hoff y Stiglitz, 2004:425). Sin embargo, la relación entre el choque y el cambio de trayectoria no es determinístico, ya que el resultado final podría ser peor, como había sugerido previamente Paul A. David (2001).

BIBLIOGRAFÍA

- ABRAMOVITZ, Moses (1956), "Resource and Output Trends in the United States Since 1870", en *American Economic Review*, Papers and Proceedings, vol. 46, núm. 2, pp. 5-23.
- (1962), "Economic Growth in the United States: A Review Article", en *American Economic Review*, vol. 52, núm. 4, pp. 762-782.
- (1979), "Economic Growth and Its Discontents", en Michael J. Boskin, (ed.), *Economics and Human Welfare: Essays in Honor of Tibor Scitovsky*, Nueva York, Academic Press, pp. 3-22.
- AMSDEN, Alice (1989), *Asia's Next Giant: South Korea and Late Industrialization*, Nueva York, Oxford University Press.
- ARROW, Kenneth (1962), "The Economic Implications of Learning by Doing", en *The Review of Economic Studies*, vol. 29, núm. 3, pp. 155-173.

- BALASSA, Bela (1988), *Los países de industrialización reciente en la economía mundial*, México, FCE.
- BANERJEE, Abhijit y Esther DUFLO (2000), "Inequality and Growth. What Can the Data Say?", NBER Working Papers, núm. 7793.
- BELL, Martin y Keith PAVITT (1992), "Accumulating Technological Capability in Developing Countries", en *Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics*, pp. 257-281.
- CHANG, Ha-Joon (1998), "Korea: The Misunderstood Crisis", en *Elsevier*, vol. 26, núm. 8, pp. 1555-1561.
- DAHLMAN, Carl J.; Bruce C. ROSS-LARSON y Larry E. WESTPHAL (1988), "Managing Technological Development: Lessons from the Newly Industrializing Countries", en Patrick O'Brien, *Industrialisation. Critical Perspectives on the World Economy*, vol. II, Londres, Routledge.
- DASGUPTA, Partha y Debraj RAY (1986), "Inequality as a Determinant of Malnutrition and Unemployment: Theory", en *The Economic Journal*, vol. 96, núm. 384, pp. 1011-1034.
- DAVID, Paul A. (2001), "Path Dependence, its Critics and the Quest for 'Historical Economics'", en Pierre Garrouste y Stavros Ioannides (eds.), *Evolution and Path Dependence in Economic Ideas*, Cheltenham, UK, Edward Elgar.
- DEYO, Frederic (1987), "Coalitions, Institutions, and Linkage Sequencing. Toward a Strategic Capacity Model of East Asian Development", en Frederic Deyo (ed.), *The Political Economy of New Asian Industrialism*, Ithaca, Nueva York, Cornell University Press, p. 227-247.
- DOSI, Giovanni; Keith PAVITT y Luc SOETE (1993), *La economía del cambio técnico y el comercio internacional*, México, Conacyt/Secofi.
- EASTERLY, William (1999), "The Ghost of Financing Gap: Testing the Growth Model Used in the International Financial Institutions", en *Journal of Development Economics*, vol. 60, núm. 2, pp. 423-438.
- ENGERMAN, Stanley y Kenneth SOKOLOFF (1997), "Factor Endowments, Institutions, and Differential Paths of Growth among New World Economies: A View from Economic Historians of the United States", en Stephen Haber (ed.), *How Latin America Fell Behind*.

- Essays on Economic Histories of Brazil and Mexico, 1800-1914*, Stanford, Stanford University Press.
- ERNST, Dieter (2003), "Digital Information System and Global Flagship Networks: How Mobile is Knowledge in the Global Network Economy?", en Jens F. Christensen y Peter Maskell (eds.), *The Industrial Dynamics of the New Digital Economy*, Cheltenham, UK, Edward Elgar.
- _____ y Linsu KIM (2002), "Global Production Networks. Knowledge Diffusion, and Local Capability Formation", en *Research Policy*, vol. 31, núm. 8-9, pp. 1417-1429.
- FAJNZYLBER, Fernando (1983), *La industrialización trunca de América Latina*, México, Nueva Imagen.
- GEREFFI, Gary (1995), "Global Production Systems and Third World Development", en Barbara Stallings, *Global Change, Regional Response: The New International Context of Development*, Cambridge/Nueva York, Cambridge University Press.
- GERSCHENKRON, Alexander (2002), "Economic Backwardness in Historical Perspective", en *The Political Economy of Development*, vol. I, Cheltenham, UK, Elgar Reference Collection.
- GRILICHES, Zvi (1957), "Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change", en *Econometrica*, vol. 25, núm. 4, pp. 501-522.
- _____ (1960), "Hybrid Corn and the Economics of Innovation", en *Science*, nuevas series, vol. 132, núm. 3422, pp. 275-280.
- HIRSCHMAN, Albert (1984), *De la economía a la política y más allá*, México, FCE.
- _____ (1985), "Auge y decadencia de la economía del desarrollo", en Mark Gersovitz et al., *Teoría y experiencia del desarrollo económico*, México, FCE.
- _____ (1996), "La economía política de la industrialización a través de la sustitución de importaciones en América Latina", en *El Trimestre Económico*, vol. LXIII, núm. 2, pp. 489-524.
- HODBAY, Michael (1995), *Innovation in East Asia. The Challenge to Japan*, Aldershot, Edward Elgar.
- HODGSON, Geoffrey (2006), *Economics in the Shadows of Darwin and Marx: Essays on Institutional and Evolutionary Themes*, Cheltenham, UK, Edward Elgar.

- HOFF, Karla y Joseph STIGLITZ (2004), "La teoría económica moderna y el desarrollo", en Gerald Meier y Joseph Stiglitz, *Fronteras de la economía del desarrollo*, Bogotá, Banco Mundial/Alfaomega, pp. 389-461.
- JOHNSON, Chalmers (1987), "Political Institutions and Economic Performance: The Government-Business Relationship in Japan, Korea, and Taiwan", en Frederic Deyo (ed.), *The Political Economy of the New Asian Industrialism*, Ithaca, Cornell University Press, pp. 136-164.
- KIM, Jae Won (1984), "CES Production Functions in Manufacturing and Problems of Industrialization in LDCs: Evidence from Korea", en *Economic Development and Cultural Change*, vol. 33, núm. 1, pp. 143-165.
- KUZNETS, Simon (1963), "Los países subdesarrollados y la fase preindustrial en los países adelantados", en Sampat Pal Singh y Amar Narain Agarwala, *La economía del subdesarrollo*, Madrid, Tecnos.
- LANDES, David (1969), *The Unbound Prometheus. Technological Change and Industrial Development in Western Europe from 1750 to the Present*, Londres, Cambridge University Press.
- LEWIS, W. Arthur (1963), "Economic Development with Unlimited Supplies of Labour", en Theodore Morgan (coord.), en *Readings in Economic Development*, Belmont, Wadsworth, pp. 214-230.
- LITTLE, Ian; Tibor SCITOVSY y Maurice SCOTT (1975), *Industria y comercio en algunos países en desarrollo*, México, FCE.
- MEIER, Gerald M. (1995), *Leading Issues in Economic Development*, Nueva York, Oxford University Press.
- _____ y Robert E. BALDWIN (1973), *Desarrollo económico. Teoría, historia y política*, Madrid, Aguilar.
- MYRDAL, Gunnar (1959), *Teoría económica y regiones subdesarrolladas*, México, FCE.
- NELSON R., Richard y Sidney G. WINTER (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Harvard University Press.
- _____ y Howard PACK (1999), "The Asian Miracle and Modern Growth Theory", en *The Economic Journal*, vol. 109, núm. 457, pp. 416-436.

- O'DONNELL, Guillermo (1978), "Reflections on the Patterns of Change in the Bureaucratic-Authoritarian State", en *Latin American Research Review*, vol. XIII, núm. 1, pp. 3-38.
- PACK, Howard y Larry E. WESTPHAL (1986), "Industrial Strategy and Technological Change: Theory Versus Reality", en *Journal of Development Economics*, vol. 22, núm. 1, pp. 87-128.
- PINTO, Aníbal (1970), "Heterogeneidad estructural y modelo de desarrollo reciente de la América Latina", en Aníbal Pinto, *Inflación, raíces estructurales: ensayos*, México, FCE, pp. 104-140.
- POLANYI, Michael (1967), *The Tacit Dimension*, Nueva York, Doubleday/Anchor.
- RIVERA RÍOS, Miguel Á. (2010), "Teoría del desarrollo, cambio histórico y conocimiento. Un balance de enfoques analíticos y aportaciones teóricas", en *Umbrales*, núm. 21, diciembre.
- ROSENBERG, Nathan (1976), *Perspectives on Technology*, Nueva York, Cambridge University Press.
- _____ (1982), *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge, Cambridge University Press.
- ROSENSTEIN-RODAN, Paul N. (1963), "Problemas de la industrialización de Europa Oriental y Sudoriental", en Sampat Pal Singh y Amar Narain Agarwala, *La economía del subdesarrollo*, Madrid, Tecnos, pp. 207-215.
- SCHUMPETER, Joseph (1934), *The Theory of Economic Development*, Cambridge, Harvard University Press.
- SOLOW, Robert M. (1956), "A Contribution to the Theory of Economic Growth", en *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 70, núm. 1, pp. 65-94.
- SUNKEL, Osvaldo (1970), "Un ensayo de interpretación del desarrollo latinoamericano", en Osvaldo Sunkel y Pedro Paz, *El subdesarrollo latinoamericano y la teoría del desarrollo*, México, Siglo XXI, cuarta parte, pp. 270-380.
- TAVARES, Maria da Conceição (1964), "Auge y declinación del proceso de sustitución de importaciones en Brasil", en *Boletín Económico de América Latina*, vol. IX, núm. 1, pp. 1-62.
- WADE, Robert (1990), *Governing the Market. Economic Theory and the Role of Government in East Asian Industrialization*, Princeton, Princeton University Press.

- _____ (1999), *El mercado dirigido. La teoría económica y la función del gobierno en la industrialización del este de Asia*, México, FCE.
- WESTPHAL, Larry E. (1978), "The Republic of Korea's Experience with Export-Led Industrial Development", en *World Development Report*, vol. 6, núm. 3, pp. 347-382.
- YUSUF, Shahid (2009), *Development Economics through the Decades: A Critical Look at 30 Years of the World Development Report*, Washington, The World Bank.

3. Procesos económicos, desarrollo tecnológico e instituciones: el papel de la intencionalidad de los agentes*

*Félix-Fernando Muñoz***
*María Isabel Encinar***
*Nadia Fernández de Pinedo***

INTRODUCCIÓN

Los procesos económicos y el desarrollo tecnológico son productos de la acción humana, acción que es intencional, racional e interactiva. ¿Qué implica para la ciencia económica la caracterización como intencional, racional e interactiva de la acción? En general, la ciencia económica procede en sus teorías y modelos bajo el supuesto de que las metas, objetivos o fines de los agentes (individuos u organizaciones) están dados, en el sentido de Robbins (1932). De tal forma, se ha llegado a definir la economía como la ciencia de los medios (Mises, 1949). Ahora bien, la acción supone no sólo elegir los medios más adecuados para alcanzar los objetivos propuestos, sino que supone también, muy habitualmente, tener que elegir entre objetivos (Bratman, 1987[1999]), reordenarlos e incluso “inventarlos”. Así, la teoría económica ha de enfrentarse al hecho constatable empíricamente del surgimiento de nuevos objetivos de acción de los agentes, la reordenación jerárquica de los existentes, la eliminación eventual de algunos, las inconsistencias entre objetivos, etcétera (Sen, 1993; Encinar, 2002).

* Este trabajo está basado en el texto titulado “Intencionalidad y confianza: el papel de las instituciones en el desarrollo, selección y aplicación de nuevas tecnologías”, presentado en el marco del Seminario Internacional Desarrollo Económico y Cambio Tecnológico. Teoría, marco global e implicaciones para México, celebrado en la ciudad de México del 27 al 29 de mayo de 2013.

** Departamento de Análisis Económico: Teoría Económica e Historia Económica, Universidad Autónoma de Madrid (felix.munoz@uam.es, maribel.encinar@uam.es, nadia.pinedo@uam.es).

La aparición de nuevos objetivos implica procesos de aprendizaje que van más allá de la mera adquisición y organización del conocimiento;¹ además, estos procesos de aprendizaje son la base del desarrollo económico: el hecho de que aparezcan nuevos objetivos o se modifiquen las jerarquías de los mismos implica de suyo nuevos medios (muchos de los cuales han de ser *inventados*) para alcanzar las nuevas metas que se proponen los agentes.

El papel de la intencionalidad de los agentes se revela aquí central para explicar la dinámica de los sistemas complejos de interacción de agentes, como es el caso del sistema económico. La intencionalidad de los agentes vincula estructural y temporalmente las acciones de los agentes a objetivos, dotando a estas acciones de sentido o racionalidad. Además, dado el carácter dinámico y proyectivo de las dinámicas de acción vinculadas a intenciones, el surgimiento de nuevos objetivos y sus modificaciones implica ensayar nuevas conexiones (nuevas combinaciones) en un sistema, activando el desarrollo de capacidades (Cañibano *et al.*, 2006a) y, por lo tanto, generando nuevo conocimiento. Alinear, compatibilizar, reordenar e incluso inventar objetivos (Cañibano *et al.*, 2006b) es fuente de novedad y por consiguiente es en última instancia fuente de genuino dinamismo en los procesos económicos (Muñoz *et al.*, 2011). Esta dinámica de intencionalidad que actúa en todos los sistemas de interacción humana (de despliegue de acción) es especialmente evidente en el caso del desarrollo de la tecnología, como ha mostrado Brian Arthur en diversos trabajos.²

El hecho de que la intencionalidad sea la base de la racionalidad o sentido de la acción —porque vincula de modo necesario y ordenado acciones a objetivos— es, además, condición necesaria para la emergencia de novedades, fuente de complejidad de los fenómenos socioeconómicos: está en el origen de la evolución entendida como

¹ Según Brian Loasby (1999), el problema económico es un problema de organización del conocimiento. En este trabajo, argumentaremos que *no sólo* es un problema de conocimiento.

² Si bien Arthur no emplea explícitamente el término *intentionality* sino *purpose*. Véase especialmente Arthur (2007, 2009). Asimismo, el desarrollo tecnológico comparte con el proceso económico otros caracteres que los hace comparables en algún sentido: los sistemas económicos y tecnológicos son sistemas complejos adaptativos abiertos que evolucionan en el tiempo.

transformación cualitativa (cambio estructural) de un sistema complejo. Esto, a su vez, es causa de incertidumbre radical (en el sentido de Knight, 1921), generándose de nuevo un problema de conocimiento (Loasby, 1999; Hayek, 1937). La intencionalidad genera cambio permanente, flujo; pero para tratar con la incertidumbre radical se necesitan elementos estabilizadores, reglas de funcionamiento: instituciones, estándares y rutinas que hagan predecible y permitan la coordinación de la actividad humana.

Esta incertidumbre radical que rodea los procesos de desenvolvimiento de la acción humana en sociedad —lo cual incluye los procesos económicos y el desarrollo tecnológico— es también un elemento central, que es consecuencia pero también causa de los arreglos institucionales, desarrollo de estándares tecnológicos, etcétera. Por supuesto, puede suceder perfectamente, y de hecho sucede con bastante más frecuencia de lo que pueda pensarse, que esos arreglos institucionales y desarrollos tecnológicos terminen lastrando en el mediano y largo plazo el dinamismo del sistema.

En resumen, los procesos económicos y el desarrollo tecnológico son productos de la acción humana; acción humana que es intencional, racional e interactiva. El objetivo de este capítulo es mostrar que los procesos económicos y el desarrollo tecnológico incorporan, por su propia naturaleza y como notas centrales, la intencionalidad de los agentes y la necesidad de marcos relativamente estables (instituciones y dominios tecnológicos) para favorecer su desenvolvimiento progresivo.

La estructura del capítulo es la siguiente. En la sección segunda expondremos que, por su propia naturaleza, la tecnología y los procesos económicos comparten elementos comunes bajo la perspectiva de la economía como un sistema evolutivo adaptativo, complejo y abierto.³ Para esto nos apoyaremos en la aproximación evolutiva de los procesos de cambio económico desarrollada por Dopfer y Potts.⁴ En este marco general evolutivo localizaremos el lugar analítico de intencionalidad y veremos cómo la dinámica de despliegue interac-

³ Es un sistema abierto porque toma su impulso desde fuera, desde la intencionalidad de los agentes.

⁴ Especialmente Dopfer y Potts (2004, 2008, 2009).

tivo de planes de acción de los agentes que incorporan intenciones es fuente de dinamismo, capaz de generar nuevas conexiones (combinaciones) en el sistema.⁵

En la sección tercera introduciremos el papel de las instituciones como mecanismo de estabilización de los sistemas en relación con los procesos económicos y, eventualmente, el desarrollo tecnológico. Para esto nos serviremos del marco analítico expuesto en la sección anterior. A continuación se introduce el concepto de intencionalidad innovadora para explicar cómo las dinámicas de objetivos y, particularmente, determinados tipos de intencionalidad, impulsan o frenan el desarrollo tecnológico y económico. Este argumento se ilustra con algunos ejemplos históricos en los que un determinado despliegue de intencionalidad ha actuado como palanca o freno del desarrollo económico y social, ejemplos que se expondrán en la sección cuarta. Terminamos con unas breves conclusiones.

NATURALEZA EVOLUTIVA, COMPLEJA E INTENCIONAL DE LOS PROCESOS ECONÓMICOS Y DE LA TECNOLOGÍA

Para tratar el tema que nos ocupa adoptaremos una perspectiva teórico-económica muy especial: consideramos la economía como un sistema evolutivo adaptativo, complejo y abierto. En esta sección se desarrollará brevemente qué significa adoptar esta perspectiva.

Complejidad

La primera cuestión que se debe aclarar es lo que entenderemos en este trabajo por complejidad y por evolución, dos términos íntimamente vinculados entre sí.⁶ Esto constituye un problema en sí mismo

⁵ Un ejemplo de esto, vinculado a la emergencia y transformación de sistemas de innovación, es Muñoz y Encinar (2014a).

⁶ Aunque el tema no es nuevo, como es manifiesto en el caso de la economía austriaca (Rosser, 2012), existe una amplia literatura reciente que vincula de forma natural e incluso formal ambos conceptos. Véase Anderson *et al.* (1988); Antonelli (2011); Blume y Durlauf (2006); Dodgson *et al.* (2011); Dopfer (2011); Foster y Hözl (2004); Miller y Page (2007), y Rosser (2004), por citar tan sólo algunos ejemplos.

porque no hay una definición única, ni mucho menos generalmente aceptada, de ambos términos. Solamente del término “complejidad”, Horgan (1997) recoge más de 45 definiciones según el ámbito específico en el que se aplica. Otro tanto podría decirse de evolución en economía, especialmente en el campo de la economía evolutiva (*evolutionary economics*), donde la teoría evolutiva o evolucionista tiene diversos empleos: como metáfora, analogía e incluso metodología más o menos biologicista, darwinista (en sentido reducido, dualismo, o universal, monismo metodológico), entre diferentes usos —heurístico, ontológico o metodológico.⁷

Por tanto, complejidad es muy difícil de definir, o como decimos, existen demasiadas definiciones del término según los diferentes campos. En ausencia de una definición de complejidad generalmente aceptada, optamos por la aproximación que emplea el Instituto de Santa Fe⁸ y que puede caracterizarse con una lista de propiedades comunes a los sistemas complejos:⁹

- Los sistemas complejos emergen a partir de interacciones no lineales entre sus componentes (interacciones que además operan a diferentes niveles).
- No presuponen un mecanismo de control centralizado.
- Generan comportamientos emergentes entre los que destacan: la formación de organizaciones jerárquicas, de redes (*networks*), el procesamiento de información, la dinámica del sistema y la evolución y el aprendizaje.

Suele distinguirse además entre complejidad desorganizada y complejidad organizada (Antonelli, 2011:4): en el caso de la primera las interacciones locales tienden a compensarse unas con otras (como en

⁷ Véase especialmente Witt (2004). También, con una guía a la literatura evolutiva, véase Witt (2008). Una versión más próxima a la que emplearemos en este trabajo es Dopfer (2005).

⁸ Santa Fe Institute (SFI), en <<http://www.santafe.edu/>>.

⁹ Esta forma de “definir” no es excepcional en economía: el caso más conspicuo es la definición del dinero por sus funciones. Por otro lado, hay que notar que generalmente *complejidad* es un término que va asociado a *sistemas*, vg. sistemas complejos.

el comportamiento de un gas), mientras que en el caso de las últimas, las interacciones no son independientes y los procesos de retroalimentación son fundamentales.¹⁰ En el caso de los sistemas complejos organizados el número de variables que caracterizan al sistema es relativamente moderado, con fuertes interacciones no lineales entre sus componentes, y se presentan fundamentalmente en los ámbitos de la biología y de las ciencias sociales. Una economía es un ejemplo de sistema complejo organizado en el que las redes de interacciones (vinculaciones/conexiones) son fundamentales y en el que los componentes (elementos) más simples o agentes, son simples en relación con el sistema considerado como un todo.¹¹ Los agentes económicos (personas y organizaciones de personas) interactúan en sistemas económicos que son de naturaleza evolutiva y compleja.¹² En este tipo de sistemas la emergencia de propiedades no se deriva directamente del comportamiento individual de los agentes sino de la interacción (en diferentes niveles) entre los mismos; *emergencia* es una propiedad clave que hace que, efectivamente, sean sistemas complejos (Harper y Endres, 2012).

Evolución

Si la definición de complejidad presenta dificultades, otro tanto ocurre con la de evolución. Dependiendo de los autores pueden encontrarse muy diferentes aproximaciones.¹³ En cualquier caso, a nuestro juicio existen al menos dos proposiciones fundamentales que subyacen en

¹⁰ En el caso de retroalimentaciones negativas, los sistemas absorben la inestabilidad estabilizándose, mientras que en el caso de las positivas se amplifican y generan estructuralmente inestabilidad —caso de los sistemas socioeconómicos.

¹¹ Un ejemplo de esto es Kirman (1997).

¹² Véase Anderson *et al.* (1988) y Blume y Durlauf (2006). En las últimas décadas ha aparecido una vasta literatura que considera la economía como un sistema complejo. Una amplia parte de la economía evolutiva y de los sistemas de innovación ha adoptado este enfoque. Véanse Witt (2003) y Antonelli (2011).

¹³ Para una panorámica general del paradigma evolutivo en economía, véanse Witt (2008) y Silva y Teixeira (2009). Sobre el uso del término evolución en economía y en biología, véase Witt (2006). También es útil en una perspectiva más histórica: Hodgson (1993).

el marco analítico evolutivo: 1) que el sistema económico es un sistema complejo adaptativo abierto,¹⁴ y 2) que el comportamiento esencial de este sistema es el cambio endógeno y la autotransformación en tiempo histórico (Potts, 2000a).

Ciertamente, puede considerarse que la economía evolutiva es tanto una parte de la corriente principal (*mainstream*) de la economía teórica, como una escuela de pensamiento heterodoxo inspirada en la biología evolucionista.¹⁵ En línea con la corriente principal de economía, la economía evolutiva se interesa por la interdependencia compleja, la competencia, el crecimiento, el cambio estructural y la escasez de recursos. Pero difiere de esta corriente principal en las aproximaciones que emplea para estudiar estos temas. Así, la economía evolutiva trata del estudio de los procesos de transformación de la economía —en el caso de las empresas, instituciones, industrias, empleo, producción, crecimiento, etcétera—, a partir de las acciones de los diversos agentes que interactúan en un sistema empleando una metodología evolutiva.

El especial énfasis que la economía evolutiva pone en los procesos de cambio y autotransformación (*self-transformation*) o autoorganización (Rubio de Urquía, 2003) de los sistemas económicos en tiempo real-histórico,¹⁶ implicada por la constante emergencia y diseminación de novedades —por la dinámica de transformación endógena cualitativa de los sistemas—, es su nota esencial. Esta *magna dinámica* (parafraseando a Schumpeter) se fundamenta en el despliegue coevolutivo de procesos que no descansan,¹⁷ es decir, no alcanzan posición alguna de equilibrio, en un sentido estático o cuasi estático, del tipo estado estacionario y vienen gobernados por una lógica de des-

¹⁴ Para una definición del término *complex adaptive system*, véase Foster (2005). Abierto quiere decir que absorbe energía (o materia) del exterior del sistema; en nuestro caso, la intencionalidad de los agentes será una de las principales “fuentes de energía” del exterior del sistema.

¹⁵ Es decir, que emplea una metáfora o una analogía biológica en contraposición con la analogía mecanicista de la economía neoclásica (Mirowski, 1989).

¹⁶ Por contraposición con el tiempo analítico mecanicista (véase Shackle, 1977). Una exposición relativamente vulgarizada de autoorganización es Krugman (1996).

¹⁷ Metcalfe (2004), para referirse a los procesos propios de despliegue dinámico de las economías capitalistas, ha acuñado el expresivo término de *restless capitalism*.

equilibrio continuamente retroalimentada por la empresarialidad de los agentes.¹⁸

El modo de razonar de la corriente principal de economía neoclásica parte de los postulados de escasez y racionalidad de los agentes (que son modelizados como maximizadores de su bienestar individual, aproximado por la utilidad o, indirectamente, en su caso, por el beneficio), entendiendo por “elección racional” de un agente un ejercicio de optimización matemática. Para que tales operaciones puedan ser aplicadas con todas sus implicaciones (hasta obtener óptimos de Pareto), la economía de la corriente principal debe asumir: estabilidad de las preferencias y de las tecnologías e instituciones, capacidad casi ilimitada de obtención y procesamiento de información (sin coste), etcétera.¹⁹ La economía evolutiva, por su parte, no asume las características de los objetos de elección ni de los sujetos de elección como algo dado o fijo. Al contrario; su interés se centra en procesos de (continuo) desequilibrio²⁰ que transforman la economía desde dentro, así como sus implicaciones. Los procesos, a su vez, emergen de los despliegues interactivos de las acciones de los agentes heterogéneos (con diferentes preferencias, información, etcétera) con racionalidad limitada (en el sentido de Simon, 1955 y 1983), los cuales pueden aprender a partir de la experiencia y de las interacciones, y cuyas diferencias contribuyen al cambio.

¹⁸ Uno de estos procesos es la constante modificación que experimenta la base de conocimiento de una economía como consecuencia del despliegue de otros procesos coevolutivos, como son los procesos de aprendizaje o adquisición de conocimiento, desarrollo de redes, etcétera. Sobre el concepto de coevolución y su aplicación al estudio del desarrollo de industrias, véase por ejemplo Malerba (2006).

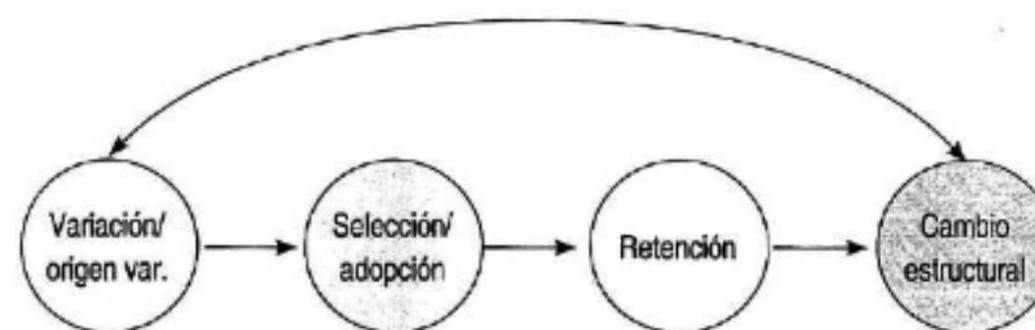
¹⁹ Resulta evidente que estamos caricaturizando el caso más extremo de la corriente principal: el modelo neoclásico en su versión más pura. Muchos economistas han tratado de salir del estrechísimo marco que imponen las hipótesis necesarias para aplicar el cálculo económico en su versión más matemática. Éste es el caso de la economía del comportamiento en general; sin embargo, en nuestra opinión no se trata más que de desviaciones locales (relajamientos parciales) de las principales hipótesis. Véase, por ejemplo, el caso de la economía de la información: Akerlof (2001) y Stiglitz (2000, 2002).

²⁰ Este tipo de procesos poseen características y principios propios. Un ejemplo de un principio económico de desequilibrio es la causalidad circular y acumulativa. Sobre los conceptos de equilibrio y desequilibrio en economía, véase Tieben (2012), especialmente el capítulo 15.

Sobre los presupuestos de heterogeneidad de los agentes, racionalidad limitada, tiempo histórico que implica la existencia de incertidumbre radical en el sentido de Knight (1921), interacción, entre otros, la economía evolutiva aplica una metodología inspirada en la hipótesis de la selección de Darwin, la cual puede expresarse muy esquemáticamente como un mecanismo dado que, a partir de una variedad o característica determinada, diseminada en una población de agentes que la portan, selecciona aquellas que se adaptan mejor (en algún sentido) al estado de cosas que resulta de la interacción de esos agentes —y que puede referirse incluso a la dinámica de un ecosistema completo. Estas características, aplicadas al caso de una economía, pueden referirse a una pauta (rutina, hábito, regla) de comportamiento, a una característica tecnológica o al tipo de preferencias; el mecanismo de selección suele referirse a la competencia de mercado.

La figura 1, inspirada en Foster y Metcalfe (2001), muestra muy simplificadamente esta secuencia dinámica. En esta figura se distinguen tres etapas características de un proceso evolutivo:

Figura 1
Esquema básico de un proceso evolutivo



a) Variación (o generación de variedad). En esta primera se genera la variedad de una determinada característica sobre la que va a operar la selección. Vinculado a esta etapa es donde se produce la decisión teórica más importante en la modelización evolutiva y que hace referencia a cuáles sean las unidades de selección (la variedad) que se consideran objeto de selección. También es propio de esta etapa, aunque no sólo, la forma de pensamiento

en términos de poblaciones (*population thinking*) típico de la aproximación evolutiva.

- b) Selección. Sobre la variedad opera un proceso de selección. Por ejemplo, sobre las diferentes empresas que operan en un sector o industria determinada, la selección se produce a partir de la competencia por obtener o conservar una determinada cuota de mercado.²¹
- c) Retención. Como consecuencia del proceso de selección se retiene aquella característica o unidad que mejor se adapta en algún sentido al nuevo entorno. Por ejemplo, volviendo al caso de la economía, se retienen aquellas formas organizativas (empresas) que se han mostrado más eficientes (por ejemplo con mayor productividad) en el proceso de competencia por una cuota de mercado (selección).

El resultado de este proceso es el cambio estructural. Desde el punto de vista evolutivo, el interés principal es explicar el cambio cualitativo, no sólo el cuantitativo. De algún modo, este cambio cualitativo renueva la variedad sobre la que operan de nuevo los procesos de selección, retención, etcétera.

Cualesquiera sean las unidades de selección (o características entre las que se selecciona) y las fuentes que constantemente alimentan el proceso de selección-retención —es decir, la explicación causal de la renovación de la variedad—, resulta clave en el análisis evolutivo. Así, dependiendo del problema específico que se ha querido estudiar, unidades propuestas han sido las rutinas de comportamiento de los agentes (Nelson y Winter, 1982), las instituciones (North, 2005; Hodgson, 1993, 2004), el conocimiento y las capacidades (Boulding, 1981; Hayek, 1937, 1945; Loasby, 1999, 2001), las tecnologías (Arthur, 2007) y, en un sentido más abstracto, las conexiones (Potts, 2000b:57). En otro lugar hemos propuesto que son los planes de acción de los agentes los que son seleccionados (Muñoz *et al.*, 2011). En cualquier caso, es el mecanismo de regeneración de variedad un asunto de la mayor

²¹ Para el proceso de selección, algunos modelos evolutivos formales emplean un esquema de replicador o ecuación de Fisher (modelos matemáticos). Véase en este sentido: Price (1972), Metcalfe (1998) y Andersen (2004).

transcendencia, el cual, si no se considera explícitamente, puede originar indeseables paradojas teóricas.²²

REGLAS GENÉRICAS Y EVOLUCIÓN: EL MESONIVEL

Finalmente, y para terminar con este breve excursus por la economía evolutiva, introduciremos una interesante distinción que permite entender aún mejor la naturaleza de la economía evolutiva y su relación con el tipo habitual de análisis en economía. Se trata de una distinción entre niveles analíticos: de acuerdo con su naturaleza, la economía evolutiva despliega el análisis en un nivel analítico genérico y no puramente operacional.²³

Esta diferenciación queda claramente expuesta por la teoría neoclásica de la producción. En esta teoría, el conocimiento y las instituciones se mantienen invariantes; los precios de mercado funcionan como sistema de señales que permiten coordinar la actividad económica. Los agentes económicos (consumidores y productores) realizan sus elecciones según los incentivos que marcan los precios, sujetos a sus preferencias (también estables) y restricciones (presupuestaria, temporal o de información). En el *nivel genérico* de análisis nos centramos en un nivel distinto de orden económico: la base de conocimiento subyacente y el sistema de hábitos, rutinas e instituciones. Podemos referirnos a estos sistemas como el conjunto de “reglas genéricas”, definidas como procedimientos para la ejecución de *operaciones* económicas; esto es, las transacciones y transformaciones de los recursos.

Una regla genérica es un procedimiento deductivo que informa sobre cómo deben ejecutarse las operaciones económicas: especifica qué hacer y cómo combinar cosas: es este conocimiento, junto con los

²² Un ejemplo de esto es lo que hemos dado en llamar paradoja de Schumpeter (Encinar y Muñoz, 2006). Lo que este autor desea explicar, la generación endógena de novedades, cae fuera del dominio de definición de su teoría.

²³ Este análisis genérico no es incompatible con el operacional, ni mucho menos. Sin embargo lo matiza de una forma muy especial, en cuanto a la economía evolutiva, sólo le interesa el análisis operacional dinámico de procesos, no los puramente estáticos.

Tabla 1
Análisis económico operacional y genérico

Nivel analítico	Aplicación	Procesos	Problema económico	Modo analítico	Marco analítico
Análisis operacional	Recursos escasos, elección racional.	Transacciones y transformaciones.	Asignación de recursos escasos.	Equilibrio.	Economía neoclásica.
Análisis genérico	Reglas genéricas, elección "genérica".	Origen, adopción, retención.	Coordinación y cambio de reglas.	Complejidad, evolución.	Economía evolutiva.

FUENTE: Dopfer y Potts (2009:24).

recursos disponibles, el que produce valor.²⁴ Dichas reglas son acarreadas por portadores (*carriers*) de las mismas, lo cual incluye tanto agentes (personas) y agencias —portadores social y técnicamente organizados, tales como empresas, hogares o microrredes (Dopfer, 2004, 2005). No obstante, a diferencia de lo que sucede con las capacidades genéticas innatas, todas las reglas que porta un agente tienen que ser adquiridas.²⁵ Puede afirmarse, desde esta perspectiva y con carácter general, que el orden económico en el nivel genérico está "hecho de reglas".

Cada vez que se produce una novedad en el conjunto de reglas, bien como consecuencia de una novedad introducida conscientemente

²⁴ Es por esta última razón por lo que, como veremos más adelante, todo el problema económico puede examinarse bajo el prisma de un problema de organización-producción, difusión y uso de conocimiento. Por otra parte, existen dos tipos fundamentales de reglas genéricas según Dopfer y Potts: las reglas subjetivas (*subject rules*), para organizar los pensamientos (reglas cognitivas) y las acciones (reglas de comportamiento), y las reglas objetivas (*object rules*), para organizar a las personas (reglas sociales) y las cosas (reglas técnicas).

²⁵ Esto constituye una diferencia esencial con el evolucionismo estrictamente biológico y sus aplicaciones monistas al ámbito de otras ciencias. Véase especialmente Loasby (2002). Una crítica clásica al abuso de la analogía biologicista en economía es Penrose (1952).

por un agente o portador, o como consecuencia de la interacción entre agentes (y reglas), se produce una descoordinación con respecto al estado anterior del sistema. De hecho, puede entenderse una novedad como una nueva combinación de elementos existentes. Además, la introducción de nuevas combinaciones en el sistema, como consecuencia de acciones deliberadas, constituye un acto de empresarialidad. Sin embargo, debido a la naturaleza adaptativa del sistema económico, esta situación de desequilibrio pone en marcha procesos de reordenación genérica y de cambio cualitativo, a la que nos referiremos como evolución económica.

Es importante destacar que este proceso que se produce en el nivel genérico, causa nuevas condiciones que modulan el cambio operacional en los sistemas económicos —por ejemplo, nuevas oportunidades de elección, diferentes conjuntos de producción, etcétera. De este modo, el cambio genérico y operacional interactúa a través de un proceso de autoorganización que se refuerza: las reglas genéricas cambian (surge, por ejemplo, una nueva regla genérica) causando un cambio operacional (nuevas actividades), lo cual, por su parte, produce cambios en los precios relativos dando lugar a nuevas estructuras de incentivos, los que finalmente inducen cambios genéricos adicionales.²⁶ Es más, este proceso se encuentra sujeto tanto a una deriva genérica como operacional, debido a variaciones que pueden ser aleatorias, pero también *intencionales*, en el conocimiento o en los recursos.

A partir del concepto de regla genérica, pueden establecerse cuatro pilares fundamentales de la teoría evolutiva: 1) la mente, 2) las reglas, 3) los portadores de las reglas y 4) las trayectorias de las reglas. El primer pilar hace referencia a que es la mente, el cerebro humano, el lugar primigenio dentro del sistema económico en su conjunto donde se originan, adoptan y retienen las reglas (Hayek, 1952; Fuster, 2003, 2008).²⁷ Retrotraer el análisis hasta el nivel del cerebro humano da lugar a un agente económico más realista que el de los modelos de la

²⁶ Esto es un ejemplo de causalidad circular y reforzada.

²⁷ Veremos un poco más adelante que, en nuestro enfoque más específico, es en el cerebro humano donde se originan los planes de los agentes dotados de intencionalidad.

economía más convencional, y permite considerar un agente económico evolutivo que además de diferenciarse en sus capacidades genéticas —mismas que le dotan de diferentes capacidades cognitivas e incluso condicionan sus preferencias— posee reglas genéricas adquiridas culturalmente.

Las reglas permiten a sus portadores dirigir sus operaciones sobre los recursos para crear valor. Esto puede tener lugar de diversos modos: incorporados en bienes de capital, socialmente en forma de redes, o bien, internamente en forma de hábitos de acción y rutinas mentales. Es más, puede haber muchos portadores de cada regla, lo que da lugar a la formación de poblaciones de reglas. La regla genérica y su población de portadores de la misma forman, según esta aproximación, la unidad analítica de la economía evolutiva: la *mesounidad*.

La estructura de la base de conocimiento es una estructura formada por mesounidades. En el dominio social, una mesounidad estable a lo largo del tiempo es una *institución*. En el dominio de los fenómenos físico-naturales una mesounidad estable a lo largo del tiempo es una *tecnología*. Puede examinarse la evolución económica como el proceso de cambio en la mesoestructura a través de una *mesotrayectoria*. Una mesounidad está constituida, por tanto, por la "población de portadores" de una regla genérica. Esta idea será fundamental cuando tratemos más adelante en la sección tercera la relación entre tecnología e instituciones.

Finalmente, una mesotrayectoria es el proceso por el cual esta mesounidad emerge, se forma y estabiliza: un proceso también de tres fases denominado trayectoria de una regla.

En el nivel micro, una *microtrayectoria* es el proceso por el cual una nueva idea, o regla genérica es: 1) originada, ya sea fruto de la creatividad o por acceso a la regla por algún procedimiento; 2) adoptada, gracias a un proceso de aprendizaje, y 3) retenida, por habituación, e incorporada en la operación de las rutinas. En la medida en que esa microtrayectoria tiene lugar en múltiples portadores (por ejemplo agentes o empresas), la meso unidad emerge por medio de una *mesotrayectoria* en tres fases: 1) la emergencia de la mesounidad, abierta como un acto de empresarialidad; 2) la adopción de la regla por una población de portadores, como una fase de difusión (que a menudo

adopta una forma logística), y 3) la fase de retención, donde la población de la regla se estabiliza en la forma de una institución.

Por fin, en el nivel macro tenemos la *macrotrayectoria*, la cual consiste en una primera fase de *descoordinación*, correspondiente a la ruptura causada (a otras meso unidades) por originar una nueva mesounidad; en segundo lugar, una fase de *recoordinación*, correspondiente a la adaptación y ajuste de otras mesounidades (a través de la meso-2, fase de adopción), y en tercer lugar, la subsiguiente fase de incorporación en la macrobase de conocimiento, esto es, en el orden económico.

Intencionalidad en los procesos económicos

En el ámbito de las ciencias sociales, la psicología, neurociencia, inteligencia artificial, teoría de la acción y de la mente, el concepto de intencionalidad cada vez adquiere mayor presencia.²⁸ La intencionalidad es un estado mental que se sitúa en el nivel de otros estados, deseos y creencias²⁹ (*beliefs*), el cual se relaciona de un modo especial y se integra en planes de acción más generales. De este modo, la intencionalidad de la acción incorpora en los planes *proactitudes* que controlan la acción del agente, impone sobre ésta cierta inercia, sirve como *input* para el razonamiento práctico y, en la medida en que hay intenciones más generales y otras subordinadas (más específicas), las generales (que ocupan un rango jerárquico superior) filtran y condicionan las diferentes opciones o cursos de acción admisibles para los agentes, dadas unas creencias y deseos de los agentes.³⁰ Se trata de

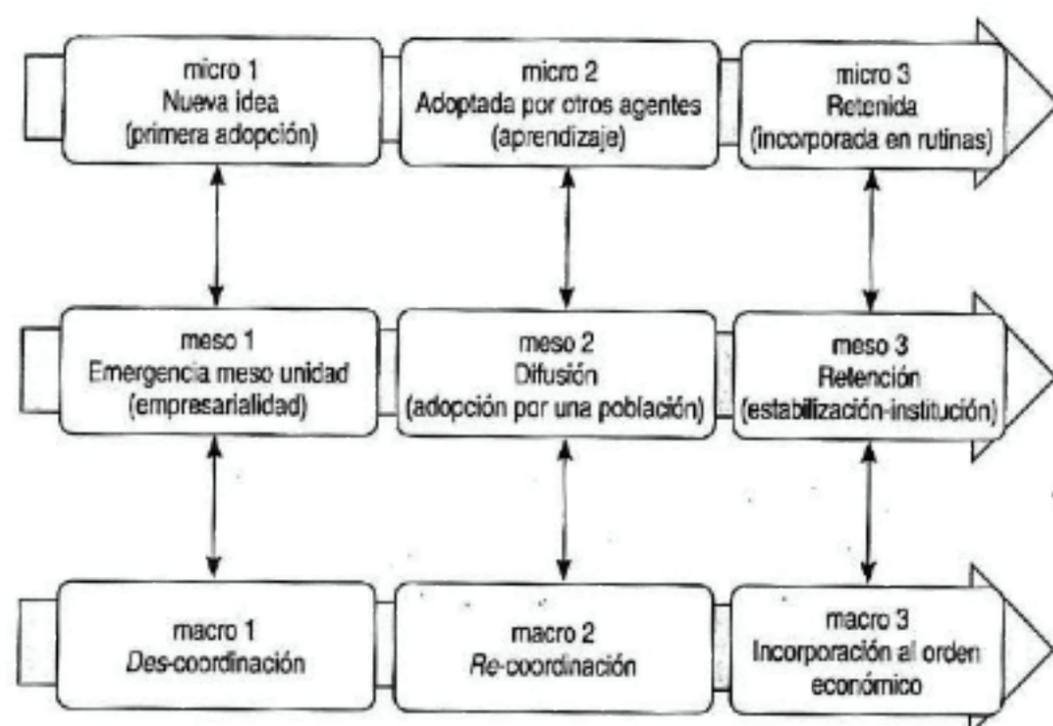
²⁸ Esto puede comprobarse fácilmente mediante un simple conteo de este término en los títulos o resúmenes de artículos referenciados en ISI-Thompson o Scopus.

²⁹ Aunque en las teorías más convencionales de la acción (al menos en el ámbito anglosajón) no se hacen especiales distinciones, podemos afinar entre ambos: los deseos pueden hacer referencia a preferencias, valores éticos, etcétera; mientras que las creencias pueden referirse tanto a actos de fe como a la adopción de representaciones teórico-técnicas ("científicas") de la realidad a las que un agente se adhiere de forma fiduciaria. El concepto de ensamblaje personal de Rubio de Urquía (2005) es más general y apto, a nuestro entender, pero para el propósito de este trabajo es suficiente con la distinción adoptada.

³⁰ Un ejemplo: mi intención (general) de hacer un doctorado en el MIT filtra otras intenciones que quedan filtradas por y subordinadas a ésta: aplicar a esa universidad

Figura 2

Representación esquemática de micro, meso y macro niveles y trayectorias



NOTA: las flechas horizontales representan la evolución a lo largo del tiempo y las flechas (bidireccionales) entre niveles las posibles interacciones entre procesos que operan en esos diferentes niveles. Obsérvese que el esquema evolutivo representado en la figura 1 se aplica en los niveles micro y meso.

FUENTE: basado en Dopfer *et al.* (2004).

un concepto dinámico de la acción futura proyectada y que además permite profundizar en una teoría del agente (de la agencia) a partir del concepto de plan de acción.³¹

Parecería natural que una teoría dinámica de la acción económica que trata de planes (vinculaciones entre medios/acciones y fines/objetivos) incorporase este concepto de intencionalidad. Sin embargo, es mucho más difícil encontrar la conexión entre “intencionalidad” y “economía”. De hecho, algunos economistas incluso celebran que “intencionalidad”, y otros términos similares de la “psicología po-

en particular, buscar los fondos para financiar mi estancia, desplazarme por los medios apropiados y en fecha, etcétera.

³¹ Para un desarrollo completo de este tema, véase especialmente Bratman (1999 [1983]) y, en relación con la agencia Bratman (1999). También Scarle (1983, 2001).

pular”, tiendan a desaparecer en economía (Hands, 2001). No obstante, en los últimos años el debate sobre el carácter y el papel de la acción intencional y de la intencionalidad como elementos que animan la acción y el conocimiento se ha revitalizado, al menos entre los economistas evolutivos.³² El hecho es que en la situación actual hay economistas que, partiendo de muy diversas aproximaciones teóricas a los procesos de cambio estructural, han notado la necesidad de asociar el sentido y el despliegue de la acción económica con intencionalidad.³³

En efecto, para que los procesos de generación de nuevas combinaciones, re-coordinación genérica y de cambio cualitativo —a los que nos hemos referido como evolución económica— sucedan, es condición suficiente la aparición de una novedad en el conjunto de reglas, ya sea como consecuencia de una novedad introducida consciente e intencionalmente por un agente, o bien, como consecuencia de la interacción entre agentes (y reglas) —consecuencia no esperada.

Estos procesos, ubicados en el nivel genérico, podrían deberse a variaciones aleatorias pero, sobre todo, a variaciones en el conocimiento o por causas puramente intencionales. Allí donde ni el azar ni la necesidad son explicación (Hayek, 1988), se manifiesta con toda claridad la intencionalidad como catalizador del cambio socioeconómico, dando lugar, por ejemplo, a nuevas oportunidades de elección o a diferentes conjuntos de producción. Como se ha dicho, la introducción de nuevas combinaciones en el sistema como consecuencia de acciones deliberadas e intencionales constituye la esencia misma de empresarialidad (Loasby, 2005).

Se trata ahora de localizar el lugar analítico de intencionalidad al objeto, de mostrar cómo la dinámica de despliegue interactivo de planes de acción de los agentes (planes que incorporan intención) es fuente de dinamismo y, en esencia, de complejidad, capaces por tanto de generar nuevas conexiones (combinaciones) en el sistema. Para esto par-

³² Véase el debate entre partidarios y detractores de dar un papel analítico a este concepto en Hodgson y Knudsen (2007); Hodgson y Knudsen (2011); Levit, Hossfeld y Witt (2011); Nelson (2007); Vanberg (2006); Witt (2006), y Muñoz *et al.* (2011).

³³ Algunos ejemplos son Antonelli (2011); Muñoz *et al.* (2011); Rubio de Urquía (2003); Levit *et al.* (2011), y Wagner (2012), entre otros muchos.

timos del marco general evolutivo expuesto previamente. Consideremos de nuevo el concepto de regla genérica como procedimiento deductivo que informa cómo deben ejecutarse las operaciones económicas; se ha dicho asimismo que cada vez que se produce una novedad en el conjunto de reglas, se produce una descoordinación con respecto al estado anterior del sistema. La naturaleza adaptativa del sistema económico pone en marcha procesos de re coordinación genérica y de cambio cualitativo, referidos como evolución económica. Las reglas genéricas, en tanto base del orden económico, son vehículos de conocimiento (qué hacer, cómo combinar cosas y, en esencia, cómo producir valor). Estas reglas, portadas por agentes (y agencias) en un ámbito de interacción social, no son innatas sino generadas y adquiridas. Así, la acción personal intencional se encuentra en el fundamento de la producción de novedad en las reglas genéricas antes indicada y por esto se halla en el fundamento del carácter complejo de los procesos económicos. Esta idea resulta crucial: “la novedad depende principalmente, aunque no únicamente, de la intencionalidad objetiva de los agentes” (Muñoz y Encinar, 2014b). Y esto con independencia de que la interacción de esas dinámicas intencionales den lugar a algo no previsto. Son las acciones intencionales de los agentes las que dan lugar a procesos autoorganizados de cambio continuo. Para que el desequilibrio desencadenante de procesos de re coordinación genérica y de cambio cualitativo explicativo de cambio socioeconómico suceda, deben darse nuevas combinaciones en el sistema como consecuencia, eminentemente, de acciones deliberadas de los agentes.

En definitiva, un orden espontáneo (el orden económico, por ejemplo), aun siendo no intencional, es dependiente de la intención de los agentes; esto aunque lo que suceda no sea necesariamente lo buscado. La intencionalidad es esencial en el proceso económico, más allá de su resultado concreto en términos de *acción real*. Así, que las acciones finales reales sean diferentes de lo buscado intencionalmente en el momento en que fueron acciones proyectadas no significa que la intencionalidad no esté presente en la estructura analítica de la acción de los agentes, alimentando el cambio o novedad en las reglas genéricas. Se sitúa de este modo analíticamente el elemento intencional en el marco conceptual previo. El proceso de cambio intencional (sobre

todo, aunque también hay, como se ha dicho, variaciones aleatorias en el nivel genérico que originen nuevas reglas) *causa* nuevas condiciones que modulan el cambio operacional en los sistemas económicos —por ejemplo, nuevas oportunidades de elección, diferentes conjuntos de producción, etcétera, de manera que el cambio genérico y operacional interactúan a través de un proceso de autoorganización que se refuerza: las reglas genéricas cambian continuamente.

Intencionalidad innovadora

El estudio de la acción humana en interacción, junto con sus productos históricos, ha de ser abordado teniendo presente como elemento explicativo sustantivo el papel que juega el futuro imaginado en forma de fines concebidos por los agentes. Resulta clave analizar el papel desempeñado por la intención de los agentes y de las organizaciones para avanzar hacia objetivos transformadores, impulsando la innovación y el crecimiento técnico. La intención de las organizaciones y las personas de transformar la realidad, o de encaminar sus acciones hacia fines transformadores, juega un papel esencial en la explicación de la emergencia y desarrollo de los procesos de cambio económico y social.

El concepto de intencionalidad aplicado a la explicación de la innovación permite aclarar cómo las dinámicas de objetivos, y más en particular determinados tipos de intencionalidad, impulsan o frenan el desarrollo tecnológico y económico. A este tipo de intencionalidad lo hemos denominado intencionalidad innovadora (Cañibano *et al.*, 2006a). Hay abundantes ejemplos de las diferentes dinámicas ligadas a intenciones diversas que, especialmente, indican la esencia de las capacidades de la organización y el despliegue de sus fines. El concepto de intencionalidad innovadora, definido como la voluntad de concebir o imaginar realidades distintas a las percibidas con el propósito de hacerlas efectivas —de introducir novedades—, permite a los agentes desarrollar sus capacidades por medio de acciones orientadas a la consecución de sus fines transformadores y, al mismo tiempo, explica el desarrollo de capacidades nuevas o mejoradas.

DESARROLLO TECNOLÓGICO Y CAMBIO INSTITUCIONAL

*Desarrollo tecnológico*³⁴

Con carácter muy general, y según el marco teórico expuesto en la sección anterior, en el dominio de los fenómenos físico-naturales, una mesounidad estable a lo largo del tiempo es una *tecnología*. Más concretamente, podemos definir la tecnología como un dispositivo, método o proceso que cumple un propósito.

Una tecnología siempre encuentra su base en algún fenómeno natural (del que se tiene conocimiento científico o simplemente experiencial), mismo que puede ser explotado o usado para algún fin. Una tecnología incorpora un conjunto de operaciones (que podríamos denominar *software*), así como un equipamiento físico capaz de ejecutarlas (*hardware*). Si nos centramos en el *software*, vemos las tecnologías como procesos; si lo hacemos en el *hardware*, la veremos como un dispositivo físico. La tecnología consiste en ambas cosas a la vez.

Las tecnologías son estructuras. La pieza principal de la misma es el *concepto o principio* en la que se basa: el "método de la cosa" (Arthur, 2009:33) (así, el principio del motor de combustión es la posibilidad de transformar energía química en mecánica). Para que ese principio tenga efectos reales, necesita expresarse en forma de componentes físicos: un motor. Así, una tecnología se compone de los diversos dispositivos físicos que incorporan los principios necesarios para alcanzar una finalidad; en otras palabras, se compone de ensamblajes principales con los que operan ensamblajes subordinados (por ejemplo, un automóvil tiene sistemas de propulsión —motor—, de dirección, frenado, etcétera: todos estos sistemas coordinados componen el automóvil). En conjunto, todos los módulos se configuran en una arquitectura propia, que es la que debe funcionar.³⁵ Así, según Arthur

³⁴ En esta sección seguimos sobre todo a Arthur (2009).

³⁵ La modularidad (*modularity*) es un concepto desarrollado por Simon (1962) que permite varias cosas: una de ellas consiste en considerar una tecnología como una *arquitectura* compuesta de módulos coordinados. Otra muy importante es que esa modularidad permite la extensión de la división del trabajo, toda vez que cabe especializarse en las tecnologías propias de cada módulo (por ejemplo, en sistemas de frenado, de comunicaciones), incrementándose enormemente la productividad y eficacia de todo el sistema.

[...en] esencia, una tecnología consiste en ciertos fenómenos programados para alcanzar algún propósito. Empleo el término "programado" [...] para significar que los fenómenos que hacen funcionar una tecnología están organizados de una manera planeada; están orquestados para su uso (Arthur, 2009:51).

La economía se está convirtiendo cada vez más en una economía *generativa*, en la que el centro de atención se está desplazando, de la optimización de operaciones fijas, hacia la creación de nuevas combinaciones, novedades, en el sentido de Schumpeter (1912 [1934]). En esta nueva economía las ventajas competitivas se derivan no del fondo de recursos y de la habilidad para transformarlos en bienes terminados, sino de la habilidad para transformar el fondo de destrezas y conocimientos (aquí en el sentido de *expertise*) en nuevas combinaciones estratégicas para las empresas. Esta nueva realidad supone un reto para la propia economía en cuanto disciplina, la que deberá cambiar y adoptar nuevos principios explicativos: en la medida en que la economía real se vuelve más combinatoria y tecnológicamente más abierta, las ideas de orden, cierre y equilibrio pierden su poder explicativo frente a apertura de fines, indeterminación y constante emergencia de novedades. Ya que la economía queda en gran medida moldeada por el cambio tecnológico —que está en la base del desarrollo económico—, es preciso entonces comprender en qué consiste ese cambio.

Un modo de representar el proceso de cambio tecnológico es visualizar el conjunto de tecnologías vigentes como una especie de red, en la que cada nodo es una tecnología particular que se encuentra conectada (relacionada) con otras tecnologías (nodos) de forma orgánica (como subsistema, sistema, etcétera). Supongamos que en un momento dado se genera una nueva tecnología. Entonces, el proceso de cambio tecnológico se puede representar como la siguiente secuencia:

1. La nueva tecnología entra en la colección como un nuevo elemento, o nodo en la red.
2. El nuevo elemento es susceptible de reemplazar tecnologías existentes y/o componentes de las mismas.

3. El nuevo elemento plantea nuevas “necesidades” o nichos de oportunidad de tecnologías, así como de arreglos organizativos que la soporten. Tales nichos de oportunidad surgen de varios modos; en particular, pueden aparecer debido a que, por lo general, la nueva tecnología da lugar a nuevos problemas técnicos, económicos o sociales. Así, las nuevas tecnologías deparan nuevas necesidades, las cuales exigen nuevas tecnologías capaces de satisfacerlas.³⁶
4. Si las tecnologías que son desplazadas por la nueva se eliminan del conjunto o red de tecnologías vigentes, otro tanto ocurrirá con las necesidades y nichos de oportunidad ligados a ellas.
5. El nuevo elemento se encontrará disponible como componente potencial para otras tecnologías o nuevos elementos. La nueva tecnología provee de nuevos elementos potenciales que pueden ser usados internamente en otras tecnologías. Actúa por consiguiente como reclamo de otras tecnologías que la emplean y la acomodan. En particular, puede dar lugar a nuevas formas organizativas que la comprendan y contengan.³⁷
6. La economía se reajusta a estas pautas. Precios y costes; por consiguiente, los incentivos para generar/desechar tecnologías cambian de acuerdo con las novedades técnicas.

Como puede apreciarse, este esquema evolutivo dinámico presenta semejanzas con el mostrado en la figura 2. El resultado de la introducción de una nueva tecnología (mesounidad) se produce en el nivel meso 1 —consecuencia en última instancia de una invención en el ni-

³⁶ Por ejemplo, el desarrollo de nuevos sistemas de aviación comercial basados en motores de propulsión a chorro exige la puesta a punto de sistemas de control y navegación más eficaces y más ligeros. Por otra parte, Chandler (1977) es una buena muestra de cómo las formas organizativas y las tecnologías coevolucionan; también en relación con las instituciones financieras, véase Pérez (2002). En definitiva, para soportar cualquier nuevo dispositivo o método se genera una pirámide de causalidad que lleva a otras nuevas tecnologías, interacciones con el medio institucional, social, etcétera. Un ejemplo de esto, en relación con la implantación de sistemas de telecomunicaciones que exige un iPhone, se encuentra en Harper y Endres (2012).

³⁷ Así, desde su aparición, las computadoras se han incorporado a otras tecnologías (sistemas de navegación, sistemas de control numérico, etcétera) o son la base del comercio electrónico.

vel micro 1. Esta introducción se ha de difundir entre la población de portadores (usuarios) de esta tecnología (nivel meso 2), lo que implica que la han de aprender (micro 2) y retener (micro 3).

Por supuesto, el proceso descrito no se produce de forma suave ni en el vacío. La aparición de los nuevos elementos (tecnologías) adopta en ocasiones un carácter de ruptura abrupta con lo anteriormente existente, esto reconfigura los elementos que gozaban de mayor centralidad en la red en el estado anterior: es el caso de la introducción de mejoras tecnológicas radicales que además son transversales.³⁸

El proceso de desplazamiento o *reemplazamiento* de la antigua tecnología por la nueva constituye uno de los mecanismos fundamentales del desarrollo tecnológico. El otro mecanismo es la *profundización* de la tecnología: en la inmensa mayoría de las veces, el desarrollo tecnológico consiste en mejoras acumulativas, tanto en productos como en procesos y formas organizativas ya existentes. La aparición de nuevas tecnologías produce nichos de oportunidad y, eventualmente, desplazamiento de las anteriores (dando lugar a descoordinaciones y recoordinationes de los tipos macro 1 y 2) y, en el caso de tratarse de una novedad radical transversal, modificando el propio orden económico de una manera profunda (macro 3). Todo este proceso secuencial —que se produce en todas partes y en diversos niveles de interacción, como vemos, dentro de esa red de tecnologías disponibles— se encuentra en la base del *cambio estructural*. Este cambio estructural es consecuencia y causa, a la vez, de la constante generación de nuevas combinaciones en el nivel tecnológico, de los arreglos sociales (institucionales) y económicos.

Con todo, para poder desarrollarse y desplegar todo su potencial, las nuevas tecnologías exigen a menudo el concurso de marcos tecnológicos (dominios y estándares tecnológicos)³⁹ y organizativos su-

³⁸ La introducción de la electricidad, el motor de combustión interna o, más recientemente, la revolución de la informática, son ejemplos conocidos de esto.

³⁹ Un dominio tecnológico se refiere a un *cluster* o conjunto de tecnologías que comparte un conjunto de principios o teorías comunes. Así, por ejemplo, tendríamos el dominio de la electrónica, la mecánica, la hidráulica, etcétera. En ocasiones un cambio de dominio (*redominio*) en una tecnología permite importantes avances en otras. Un ejemplo: los aviones de propulsión a chorro (*jets*) son dispositivos altamente ines-

ficientemente estables y a la vez flexibles. Esto implica claramente una tensión entre las dos características, pues no siempre estabilidad y flexibilidad se combinan o pueden combinarse de manera adecuada. Pongamos por caso uno de los problemas más conocidos en la historiografía reciente de la tecnología: la existencia de fenómenos de bloqueo (*lock in*).⁴⁰

Los mecanismos de desarrollo tecnológico, el reemplazamiento de la antigua tecnología por la nueva y la profundización en la ya existente, operan durante toda la vida (trayectoria) de una tecnología. Muy al principio de la misma, la tecnología se desarrolla de manera consciente y experimental para, posteriormente, aplicarse cada vez más a diferentes propósitos: comienza entonces a formar parte de la ingeniería estándar. Por supuesto, un mecanismo de selección opera durante toda la trayectoria seleccionando aquellas mejores soluciones del conjunto de posibles mejoras tecnológicas. Indefectiblemente, llega el momento en que la tecnología madura: en este momento ni el reemplazamiento de componentes, ni la profundización, aportan ya mucho más a la mejora de esa tecnología. Un nuevo principio es necesario para sustituir esa tecnología ya madura por otra nueva. Pero los principios no llegan cuando se desean, tienen su propia dinámica de invención. Así, el viejo principio tiende a bloquear la vieja tecnología. Incluso si aparecen nuevas soluciones, el carácter incipiente de las mismas es una clara debilidad frente a algo ya establecido: las tecnologías nacientes no pueden competir directamente y en igualdad de condiciones con la establecida, debido a la posible existencia de economías de escala o barreras a la entrada.

Como se puede concluir de lo anterior, la vieja tecnología persiste mucho más allá de lo debido. En ocasiones la causa de esto es pura-

tables, como lo es también una bicicleta. Sin embargo, en ocasiones es más eficiente un mecanismo inestable que otro estable. En el caso que nos ocupa, si el dispositivo es capaz de generar constantemente pequeños ajustes que compensen la inestabilidad —como cuando se maneja una bicicleta—, el avión a reacción es más eficaz que uno impulsado por hélices. Esto es posible hoy en día gracias a los sistemas de navegación electrónicos, ya que los puramente hidráulicos, como los que se aplican a los aviones antiguos, hacían inviable o demasiado peligroso el manejo de este tipo de aviones.

⁴⁰ La referencia clásica es Arthur (1989).

mente económica: adoptar la nueva tecnología a menudo exige cambiar las estructuras que soportaban la antigua, así como las formas organizacionales (institucionales) adecuadas a ella. El reto que esto supone ha sido muy bien señalado por Richard Nelson en un reciente trabajo publicado en *Research Policy*; allí el autor se pregunta, precisamente, cuáles son (cómo han de ser) las instituciones que necesitamos para impulsar el progreso tecnológico (Nelson, 2008). Sobre este asunto volveremos en la próxima subsección, cuando tratemos de las instituciones.

Finalmente, y como también ha señalado magistralmente Arthur (2007) en relación con la invención, retendremos una nota o característica central tanto de la invención como de la tecnología: su carácter intencional (*purposeful*).⁴¹ En efecto, un dispositivo, proceso o método ha de tener, necesariamente, una finalidad perfectamente definida, independientemente de que a partir de la misma se puedan superponer otras.⁴² También, volveremos sobre este asunto en la sección siguiente, cuando presentemos el concepto de *intencionalidad innovadora*.

Instituciones

Un problema fundamental a la hora de hablar de instituciones —con el que ya nos hemos encontrado en otras partes de este trabajo— es determinar qué entendemos por el término “institución”, o qué queremos exactamente que signifique en nuestro esquema analítico. Y se trata de un problema, al igual que en los casos anteriores, porque según los diferentes autores y escuelas, por institución puede entenderse:

- “Las reglas básicas de juego”, esto es, el régimen legal en general y el modo en que éste se aplica coercitivamente; las nor-

⁴¹ O como también ha afirmado Antonelli (2011), precisamente en relación con el papel de la intencionalidad en la innovación, “las innovaciones no caen del cielo”.

⁴² Así, la finalidad de un automóvil es prestar servicios de transporte, pero también puede servir como elemento de ostentación, tener un uso deportivo, ser un objeto de colección, entre otras funciones.

mas que constriñen el comportamiento de los agentes, etcétera (North, 1990).

- Otros asocian instituciones con “estructuras de gobierno”, las que moldean la actividad económica, como las instituciones financieras y fiscales de un país, las formas de organización y dirección de las empresas, etcétera (véase, por ejemplo, Williamson, 1985).
- Costumbres, estándares y patrones esperados de comportamiento en determinados contextos —como la aceptación de dinero a cambio de bienes y servicios (Veblen, 1899; Hodgson, 1988, 2006).
- En la literatura de los sistemas de innovación —nacionales (Freeman, 1987; Lundvall, 1992), regionales (Cook *et al.*, 1997), sectoriales (Malerba, 2004)—, por instituciones suele entenderse entidades relativamente concretas: empresas, universidades, gobiernos, leyes de patentes, etcétera.
- Por su parte, Nelson y Sampat (2001) han sugerido el concepto de “tecnología social” para referirse a las instituciones. En particular, su propuesta es denominar a la faceta de receta de una actividad tecnología “física”, y al modo en que el trabajo se divide y coordina para producir, según la receta, tecnología “social”.
- Finalmente, y por completar tan abigarrado cuadro, tenemos el fino análisis de Loasby (1999), quien considera las instituciones como patrones y conjeturas más o menos exitosas que permiten resolver un problema de conocimiento.

La incertidumbre permite la imaginación y la creatividad de los agentes (Shackle, 1972): da lugar al crecimiento tanto del conocimiento práctico como teórico en función del cual los agentes pondrán —inventándolos, proyectándolos— sus objetivos de acción. Todos los planes de los agentes se formulan bajo incertidumbre en el siguiente sentido: el pasado no puede ser cambiado pero puede, en gran parte, ser conocido; el futuro no se conoce pero puede ser imaginado; por ello, a través de la imaginación y la creatividad podría ser eventualmente modulado. Este proceso está necesariamente asentado sobre el crecimiento, organización y evolución del conocimiento. Es

por ello que decimos que el conocimiento es un elemento necesario en la explicación tanto de los procesos económicos como del desarrollo técnico. Pero no sólo; como se ha visto, concurren en la explicación de los procesos económicos otros elementos que no pueden ser abordados en la perspectiva de una teoría pura del conocimiento. Los objetivos y la intencionalidad de los agentes desempeñan un papel esencial —son elementos necesarios— en la explicación de dichos procesos.

En el marco evolutivo indicado en el epígrafe anterior decíamos que una regla genérica, junto con su población de portadores, forman la unidad analítica de la economía evolutiva: la mesounidad. Se sigue que en el dominio social una mesounidad estable a lo largo del tiempo es una *institución*, la cual formaría parte, a su vez, de una mesoestructura.

Adoptada una regla genérica siempre cabe preguntarse por su *origen*. A fin de responder a esta cuestión, ofrecemos una explicación en perspectiva de la figura 2. En primer lugar, la emergencia propiamente dicha de la mesounidad podría ser explicada como un acto genuino de intencionalidad situado en el nivel micro 1 (primera adopción del agente) y entendida como nueva idea, propósito o modo de alcanzar un objetivo (antiguo, nuevo, reordenado jerárquicamente por el agente), o a la vista de su conocimiento científico y/o experiencial: esa primera adopción iría incorporada, en el nivel micro, a la unidad analítica denominada plan de acción de los agentes (planes que incorporan intención); conjeturas a fin de cuentas sobre lo que es deseado y posible por parte de los agentes. En segundo lugar, aquellos planes de acción exitosos trascenderían al nivel meso 1, emergiendo (entendidos como actos de empresarialidad exitosa, por ejemplo) y, finalmente, dando lugar ya en el nivel macro 1, a la descoordinación necesaria como fuente de dinamismo generador de nuevas conexiones (combinaciones) en el sistema. Este nivel 1 micro, meso y macro de planes exitosos es, claro está, la condición previa, analíticamente, a la adopción/retención que sucedería en los niveles 2 y 3 de difusión/estabilización de reglas genéricas (en particular, instituciones y tecnologías). En el nivel micro 2, por ejemplo, procedería la adopción del plan exitoso por aprendizaje por parte del propio agente, previo

a la retención o rutinización del mismo (micro 3). Esta secuencia "horizontal" micro 1-2-3, en la perspectiva de plan de acción conjeturado/exitoso, es la base para mostrar el lugar analítico de la intencionalidad.

Trascendiendo de niveles, puede afirmarse que tanto la adopción de la regla genérica por una población de portadores, esto es, la fase de difusión necesaria para su eventual estabilidad "social" posterior, como la fase de retención, donde la regla se estabiliza definitivamente en la forma de una institución o de una tecnología, son a su vez fenómenos ahora más claramente fundamentados en la intencionalidad de los agentes —entre otras causas, claro está— que, al emerger en los planes de acción, da lugar a cambio económico y, eventualmente, implica complejidad.

Como se ha dicho, toda novedad en el conjunto de reglas debida, por ejemplo, a la propia interacción entre agentes y reglas, daría lugar a una descoordinación en relación con el estado anterior del sistema. Ahora bien, la auténtica apertura del sistema es debida a la novedad introducida conscientemente por un agente o portador. En el marco conceptual expuesto previamente, es posible señalar que el sistema es abierto (*open system*)⁴³ y lo es, precisamente, debido a que en el nivel micro 1, de primera adopción (conjetura) del agente, opera —para emerger después— la intencionalidad como auténtica fuente de complejidad.

*Desarrollo tecnológico e instituciones:
¿qué instituciones se necesitan?*

Para terminar, la idea fundamental —que ahora es posible exponer de modo coherente con el esquema presentado en las secciones previas— es que tanto los procesos económicos como el desarrollo tecnológico requieren necesariamente de un marco de estabilidad para desarrollarse (dominios tecnológicos, estándares, etcétera) y desplegarse en un sentido de progreso. La evolución económica sería, por

⁴³ En contraste con un modelo cerrado, que es el tipo de modelo que necesariamente debe emplear la ciencia para obtener resultados necesarios. Véase en este sentido Loasby (2003).

ello, el proceso de cambio en la mesoestructura a través de una meso-trayectoria (véase la figura 2, meso 1-2-3). Como se ha dicho, son precisamente estos procesos de cambio los que constituyen la base del estado (necesario) de desequilibrio que pone en marcha los procesos de reordenación genérica y de cambio cualitativo propios de la economía evolutiva.

Lo anterior permite entender la causa de la existencia tanto de las instituciones como de las tecnologías: son un medio o marco de estabilidad necesario para poder planear, decidir y actuar en presencia de incertidumbre en un entorno complejo, *i.e.*, dota a los agentes de la estabilidad necesaria para poder formar sus expectativas y planes de acción futura, anticipando mecanismos de coordinación entre agentes. Sin embargo, la cuestión de la estabilidad genera una cierta paradoja: es necesaria para el ensayo y prueba, pero el éxito de los procesos, y el progreso en sí mismo (*novelty as such*), rompe la estabilidad, lo cual, a su vez, es condición de cambio y exige nueva estabilidad para continuar ensayando.

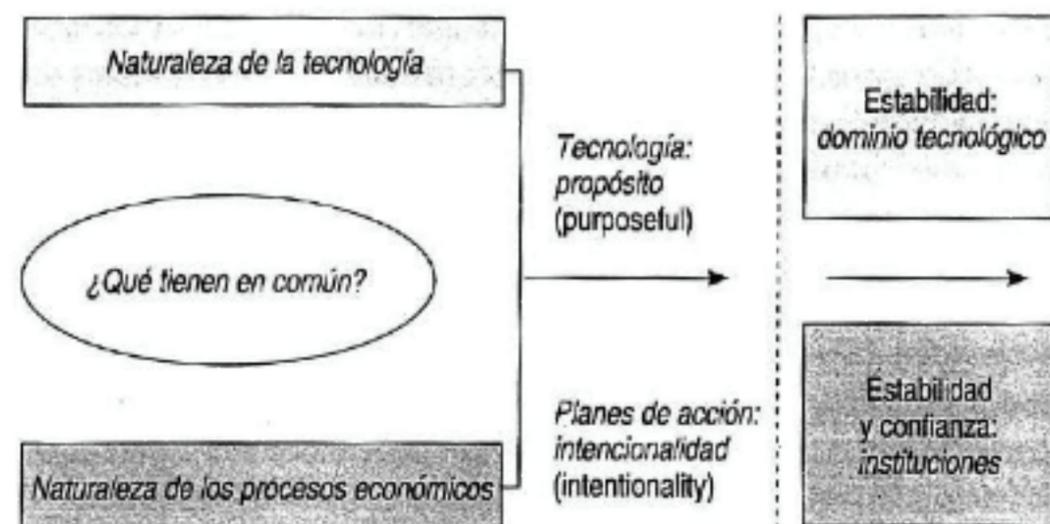
La interpretación aquí propuesta es coherente con el enfoque evolutivo que ahora aplicamos para desarrollar paralelamente los conceptos de instituciones y tecnología. La mesounidad emerge por medio de una meso trayectoria en tres fases: 1) la emergencia propiamente dicha de la mesounidad, abierta, el acto genuino de intencionalidad; 2) la adopción de la regla por una población de portadores, previa a la eventual estabilidad "social" posterior, y 3) la fase de retención, donde la población de la regla se estabiliza definitivamente en la forma de una institución o de una tecnología. La figura siguiente sintetiza nuestros argumentos.

Las instituciones y la tecnología, retenidas en meso 3, conforman mecanismos capaces de dotar de la estabilidad suficiente al sistema, de modo que éste permita calcular, prever, etcétera; es decir, que permita resolver eficientemente un problema de conocimiento. El desarrollo selectivo de conexiones a lo largo del tiempo sería, así, resultado necesario de la acción humana falible (Loasby, 2001).⁴⁴

⁴⁴ Para Loasby, en la tradición escocesa que se remonta hasta Hume, el conocimiento es limitado y falible: el sistema de representaciones es imperfecto, la realidad

Figura 3

Comparación entre procesos tecnológicos y procesos económicos



FUENTE: elaboración propia.

INTENCIONALIDAD INNOVADORA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO TÉCNICO: DOS EJEMPLOS HISTÓRICOS DE DESARROLLO FRUSTRADO

Son numerosos los estudios que desde un punto de vista histórico, pero también teórico, analizan la tensión entre la necesidad de marcos institucionales que doten a los sistemas económicos con la suficiente estabilidad para que el sistema desarrolle al máximo toda su potencialidad, así como la necesaria flexibilidad que deben tener estos marcos institucionales para poder adaptarse y absorber los cambios tecnológicos.⁴⁵ En esta literatura se manifiesta mediante el estudio

puede no corresponderse, no hay conectividad, las conexiones son inadecuadas o están por descubrirse o evolucionan. Las instituciones y la organización soportan e impulsan la dinámica de aparición de nuevas conexiones, son elementos yuxtapuestos al proceso de crecimiento y organización del conocimiento. Las instituciones son patrones o conjeturas más o menos exitosas acerca de cómo funcionan las cosas: las instituciones permiten resolver un problema de conocimiento falible y por tanto habilitan la acción.

⁴⁵ Un ejemplo de esto es el trabajo reciente de Acemoglu y Robinson (2012), que ha cosechado gran éxito editorial, si bien se trata de una obra que ha generado

de casos históricos concretos, normalmente de éxito⁴⁶ pero también de fracaso, dando lugar a lo que se ha denominado “captura institucional” por una tecnología; un fenómeno en el ámbito institucional muy similar al denominado *lock in* en el ámbito tecnológico. Sin duda, estas inesperadas consecuencias son fruto de la interacción compleja entre desarrollo tecnológico y cambio institucional; lo más interesante del tema es que, en numerosas ocasiones, el propio fracaso es consecuencia de una acción intencional de los agentes por promover la innovación y el desarrollo económico.

En lo que queda de este subapartado, ofrecemos un par de ejemplos que, si bien se refieren al siglo XIX, resultan muy interesantes para el tema general de este libro, en la medida en que ilustran en parte el grado diferencial de desarrollo entre países americanos, fruto de la inercia que arrastran no sólo desde la independencia —donde desempeñan un especial papel el origen “constitucional” de los diferentes países en la línea argumental de Acemoglu y Robinson (2012)— y que explicaría en parte ese desarrollo diferencial, sino también de ciertas decisiones que buscaban intencionalmente impulsar el desarrollo económico en un contexto —el de la primera globalización y la aceleración del ritmo de cambio tecnológico asociado a nuevos inventos e innovaciones coetáneos— de elevada incertidumbre y de un creciente grado de complejidad de las relaciones económicas internacionales. En particular, presentamos el caso del desarrollo de la industria azucarera en Cuba, que ha sido analizado a profundidad por Petrel y Fernández de Pinedo (2015), y el caso de la Argentina en relación con Estados Unidos.

bastante discusión entre historiadores. Pero no es el único ejemplo: en una línea argumental similar, aunque más cuantitativo, está Barro (1997). Ceñido al estudio concreto de la interacción (tensión) entre desarrollo de mercados y despliegues tecnológicos y cambios institucionales, encontramos a Chandler (1977). Por supuesto, los trabajos de North en este ámbito de investigación son ya clásicos, especialmente North (1990) y la “revisión” más evolutiva de North (2005). Una obra muy destacable y más en nuestra línea se encuentra en Freeman y Louçã (2001).

⁴⁶ Un ejemplo clásico es el desarrollo de la universidad, la legislación y la política económica alemana de fines del siglo XIX, que tenía por objeto convertir el país en el líder mundial de la naciente industria química, especialmente la especializada en la fabricación de fertilizantes sintéticos. Véase Murmann (2003). También, para el caso del Japón, Ozawa (2005).

La industria azucarera cubana en el siglo XIX

La posición dominante de la industria azucarera en determinadas regiones es, sin duda, consecuencia directa e indirecta de los cambios experimentados entre 1750 y 1870. La revolución industrial en Cuba llegó de la mano del vapor, del carbón, del hierro y de la química, y se aplicó especialmente en la industria azucarera y derivados. Estos cambios, en la práctica, dieron lugar a la convivencia de diversas técnicas en las plantaciones azucareras a lo largo del siglo XIX. A través de la estadística de Rebello⁴⁷ de 1860, se observa con claridad la coexistencia de ingenios de tipo tradicional, de los llamados semimecanizados y más abundantes (representaban 75% en 1860) y finalmente de los totalmente mecanizados.

Si algo es evidente en el caso de la colonia española, es la capacidad de adaptación al contexto internacional de los hacendados azucareros de la isla durante la primera mitad del siglo XIX. Los cambios técnicos fueron aplicándose con gran rapidez ante la imperante necesidad de multiplicar las exportaciones de sacarosa, impulsada por una demanda y un mercado creciente pero mudable, regido por aranceles cambiantes, nuevos competidores y nuevos productos sustitutivos como el azúcar de remolacha.

La exitosa estrategia, que ve su reflejo en el volumen de exportaciones de azúcar (Fernández de Pinedo, 2006), pasaba por la asimilación de técnicas que mejorasen el rendimiento de los ingenios y el ahorro en brazos. Para poder acceder a las innovaciones técnicas, difundir el conocimiento de las mismas y ser capaces de tomar la decisión adecuada valorando riesgos y ventajas, se valieron de diferentes instituciones, desde las cuales llevaron a cabo esta gran labor de difusión del conocimiento y de circulación de información. Sin olvidar que su principal objetivo era la búsqueda de beneficios y privilegios, la oligarquía azucarera logró crear un clima propicio a la introducción de adelantos de la ciencia y la técnica, lo que repercutió en la proliferación de instituciones como el Jardín Botánico, la Escuela de Química, el Instituto Agrónomo o el Instituto de Investigaciones Químicas.

⁴⁷ Rebello (1860).

Promover instituciones dentro de la isla era, sin duda, una estrategia local, cubana, que les hacía independientes de las instituciones de la metrópoli o del extranjero (Fernández de Pinedo *et al.*, 2011). Esta amplia red de acceso al conocimiento otorgaba enormes ventajas a los órganos locales, a los cuales por supuesto pertenecía esta oligarquía, como la Junta de Fomento, encargados de aprobar o rechazar las solicitudes de patente o conceder un privilegio, como se desprende de los informes que acompañaban a tales expedientes.

Los hacendados cubanos capturaron de alguna manera las instituciones en su beneficio. Estaban presentes en todos los órganos de gobierno, y fueron suficientemente hábiles como para influir sobre la política arancelaria y adecuar un sistema de patentes a sus necesidades.

Sin embargo, y a pesar de que la principal consecuencia de esta estrategia era una colonia más avanzada tecnológicamente que su propia metrópoli —el ferrocarril cubano fue pionero en América Latina y séptimo del mundo, se instalará con una década de retraso en España—, las consecuencias serían devastadoras para el desarrollo económico en el largo plazo. Cuantos más esfuerzos se consagraban al sector azucarero, menos se dedicaba, no ya a un sector secundario que redujese ciertas importaciones, sino a la propia agricultura y especialmente a la ganadería (Funes, 2012), por no hablar del impacto sobre la estructura socioeconómica (esclavitud) y el medio ambiente.

A medida que la segunda revolución tecnológica iba avanzando, el proceso de refinado de azúcar dependía cada vez más de una mano de obra cualificada, como ingenieros mecánicos, químicos o maquinistas, a la que no sólo había que pagar cuantiosos sueldos, sino de la que se dependía por completo para poner en funcionamiento el ingenio, habida cuenta de cuán compleja era la maquinaria que se importaba y que además por su carestía era necesario financiar por lo general a base de endeudamiento (Roberts, 1992:54; Roldán de Montaud, 2004; Ely, 2001).

Una vez tomada la decisión colectiva de apostar por el monocultivo de la caña, la telaraña de la globalización para estos productores ya estaba tejida, y las posibilidades de desenmarañarse fueron cada vez menores. De poco le sirvió a Cuba estar técnicamente más adelantada a su metrópoli; aunque el azúcar ha sido durante décadas su

gran bastión, también ha sido su mayor lastre para seguir la senda del desarrollo económico.

Los casos de Estados Unidos y Argentina

El desarrollo económico de América ha sido y es muy desigual. Por encima de todas las naciones —todas con un pasado colonial—, destaca el caso de Estados Unidos como claro ejemplo de toma de decisiones exitosas frente al resto de países del hemisferio sur. En el siglo XIX, toda América gozaba de una posición ventajosa en un mercado internacional en expansión, gracias a una especialización productiva basada en la comercialización de materias primas y alimentos, que por otro lado no impidió la inversión en tecnología como medio, precisamente, para potenciar sus actividades exportadoras.

Alan Beattie ha analizado los casos de Argentina y Estados Unidos; asegura que si bien ambas naciones mantuvieron una política muy activa favoreciendo la importación de tecnología, Estados Unidos añadió el espíritu innovador y de cambio del que careció Argentina (Beattie, 2009:5-41).⁴⁸ Durante décadas ambas naciones siguieron la misma senda; sin embargo, las principales divergencias se manifiestan en la actitud de las elites, de comerciantes y de los hombres de negocio que influyeron decisivamente en la política económica. Ambas tuvieron que importar la tecnología necesaria para modernizar su agricultura, incorporar nuevas técnicas de recolección, tender el ferrocarril, etcétera. No obstante, Estados Unidos potenció especialmente todo tipo de tecnología que le permitiese ahorrar en mano de obra en sus explotaciones agrícolas y así poder, posteriormente, no sólo invertir sino reinvertir los beneficios en el sector industrial, así como en un sistema bancario (Haber, 2010:91) con una estructura competitiva y sólida.

⁴⁸ En este sentido, la argumentación de Beattie estaría en consonancia con la teoría del desarrollo esgrimida por Acemoglu y Robinson, por la cual las oportunidades económicas y las limitaciones a las que tienen que hacer frente los grupos y elites políticas más poderosos determinan la estructura de las instituciones y las políticas económicas. Mientras que en Gran Bretaña o Alemania la elite de terratenientes no impidió la industrialización al lograr mantener parte de su poder político, en otras regiones las elites bloquearon los procesos de industrialización (Acemoglu, Johnson y Robinson, 2001).

Por otra parte, la elite argentina prefirió intencionadamente hacer alarde de un consumo conspicuo y no reinvertir sus beneficios en otra cosa que no fuese tierras para apuntalar su *status* de terratenientes, dejando de lado el proceso de industrialización y favoreciendo políticas tendentes a consolidar monopolios amparados por el gobierno y un endeudamiento con el capital extranjero endémico.

El punto de inflexión para Beattie lo constituye la guerra de secesión estadounidense (Beattie, 2009:18), al evitar que la joven nación siguiese la senda de Argentina, ya que el sur exportador de algodón tampoco había, hasta entonces, desarrollado una industria textil sólida como la británica y mantenía la estructura de cualquier otra región monoprodutora bajo el sistema de plantaciones esclavistas en América. Venció el norte industrial, emprendedor, que confiaba en las nuevas tecnologías como medio para lograr el crecimiento económico.

La volatilidad de los mercados se manifestó durante la gran depresión de 1873 y la sobreproducción agropecuaria de la década de 1990, generando malestar entre la población y con gran repercusión en el terreno político. Sin embargo, Estados Unidos supo reaccionar revisitando al Estado de una legislación que generó confianza en la población, mientras Argentina seguía anclada en un modelo de desarrollo que ya pertenecía al pasado.⁴⁹ Estados Unidos logró romper la dependencia financiera y tecnológica, mientras el cono sur siguió perdiendo oportunidades que su vecino del norte no dejaría de aprovechar —Primera Guerra Mundial— al convertirse en acreedor, proveedor de bienes manufacturados, tecnología y productos agrarios.

CONCLUSIONES

Los procesos económicos y el desarrollo tecnológico incorporan, por su propia naturaleza y como notas centrales, la intencionalidad de los

⁴⁹ Esto lo supo ver con toda claridad Raúl Prebisch, si bien la implementación de sus descubrimientos teóricos arrojó unos resultados muy distintos de los deseados por este economista. Véanse diversos trabajos en Videla y González Fraga (eds.) (2010); especialmente en relación con nuestro tema, el capítulo de Daniel Heymann: "Fluctuaciones periféricas: notas sobre el análisis macroeconómico de Raúl Prebisch" (*ibid.*:113-132).

agentes y la necesidad de marcos relativamente estables (instituciones y dominios tecnológicos) que favorezcan su desenvolvimiento progresivo. La incertidumbre radical que rodea los procesos de desenvolvimiento de la acción humana en sociedad es un elemento central, causa y consecuencia de procesos de aprendizaje, de generación, difusión y adquisición de conocimiento, de los arreglos institucionales, del desarrollo de estándares tecnológicos, etcétera.

En este trabajo se han expuesto los elementos comunes que tecnología y procesos económicos comparten bajo la perspectiva de la economía como un sistema evolutivo adaptativo complejo y abierto, donde el impulso para el cambio viene desde la intencionalidad de los agentes. La intencionalidad de los agentes vincula, estructural y temporalmente, las acciones de los agentes a objetivos, dotando de sentido o racionalidad a la acción.

La base sobre la que se ha llevado a cabo el análisis ha sido la de una concepción de la economía evolutiva como el estudio de procesos autoorganizados de descoordinación y reordenación de reglas genéricas, procesos vinculados al cambio en las reglas genéricas actualizadas a lo largo del curso de la historia. El principal resultado que este tipo de análisis permite mostrar es que la evolución económica consiste en el proceso de cambio en la mesoestructura a través de una mesotrayectoria (meso 1-2-3). Son precisamente estos procesos de cambio los que constituyen la base del estado necesario de desequilibrio (ruptura de la tendencia al equilibrio) que pone en marcha los procesos de reordenación genérica y de cambio cualitativo propios de la evolución económica. En ese contexto, se ha mostrado el papel que desempeña la intencionalidad en cuanto elemento de apertura y fuente última de complejidad de los sistemas, así como la caracterización de las instituciones entendidas como mecanismos de estabilización de los sistemas en relación con los procesos económicos y, eventualmente, del desarrollo tecnológico.⁵⁰

Por último, el concepto de intencionalidad innovadora expresa cómo determinados tipos de intencionalidad impulsan o frenan el de-

⁵⁰ Así, las instituciones permiten anticipar, hasta cierto punto, el comportamiento de otros agentes en contextos de incertidumbre haciendo manejable un problema práctico de conocimiento que de otro modo sería inmanejable.

sarrollo tecnológico y económico. Este argumento se ha ilustrado con algunos ejemplos históricos de palanca o freno del desarrollo económico y social. Se trata de un argumento esencialmente teórico y con ambición de ser general, pero también tiene, a nuestro juicio, el valor de ser una plantilla teórica para comprender la historia.

BIBLIOGRAFÍA

- ACEMOGLU, Daron; Simon JOHNSON y James A. ROBINSON (2001), "The Colonial Origins of Comparative Development: An Empirical Investigation", en *The American Economic Review*, vol. 91, núm. 5, pp. 1369-1401.
- _____ y James A. ROBINSON (2001), "Political Losers as a Barrier to Economic Development", en *The American Economic Review*, vol. 90, núm. 2, pp. 126-130.
- _____ y James A. ROBINSON (2012), *Why Nations Fail: The Origins of Power, Prosperity, and Poverty*, Nueva York, Crown Publishers.
- AKERLOF, George A. (2001), "Behavioral Macroeconomics and Macroeconomic Behavior", en *Nobel Prize Lecture*, Stockholm University, Nobel Foundation.
- ANDERSEN, Esben Sloth (2004), "Knowledges, Specialization and Economic Evolution: Modelling the Evolving Division of Human Time", en J. Stanley Metcalfe y John Foster (eds.), *Evolution and Economic Complexity*, Cheltenham, Edward Elgar.
- ANDERSON, Philip W.; Kenneth J. ARROW y David PINES (eds.) (1988), *The Economy as an Evolving Complex System*, Reading, Addison-Wesley.
- ANTONELLI, Cristiano (2011), "The Economic Complexity of Technological Change: Knowledge Interaction and Path Dependence", en Cristiano Antonelli (ed.), *Handbook on the Economic Complexity of Technological Change*, Cheltenham, Edward Elgar.
- ARTHUR, W. Brian (1989), "Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-In by Historical Events", en *The Economic Journal*, núm. 99, pp. 116-131.

- _____ (2007), "The Structure of Invention", en *Research Policy*, vol. 36, núm. 2, pp. 274-287.
- _____ (2009), *The Nature of Technology. What It is and How It Evolves*, Nueva York, Free Press.
- BARRO, Robert J. (1997), *Determinants of Economic Growth. A Cross-Country Empirical Study*, Cambridge, The MIT Press.
- BEATTIE, Alan (2009), *False Economy: A Surprising Economic History of the World*, Londres, Penguin.
- BLUME, Lawrence y Steven N. DURLAUF (eds.) (2006), *The Economy as an Evolving Complex System, III: Current Perspectives and Future Directions*, Oxford/Nueva York, Oxford University Press.
- BOULDING, Kenneth (1981), *Evolutionary Economics*, Beverly Hills, Sage Publications.
- BRATMAN, Michael (1987 [1999]), *Intention, Plans, and Practical Reason*, Standford, CSLI Publications.
- _____ (1999), *Faces of Intention*, Cambridge, Cambridge University Press.
- CAÑIBANO, Carolina; María-Isabel ENCINAR y Félix Fernando MUÑOZ (2006a), "Evolving Capabilities and Innovative Intentionality: Some Reflections on the Role of Intention within Innovation Processes", en *Innovation: Management, Policy and Practice*, vol. 8, núm. 4-5, pp. 310-321.
- _____; María Isabel ENCINAR y Félix Fernando MUÑOZ (2006b), "'Ethical Novelty': New Insights into Economic Change", en *Economic Analysis. Working Papers. Series 3*. Department of Economic Analysis: Economic Theory and Economic History, Madrid, Universidad Autónoma de Madrid.
- CHANDLER JR., Alfred (1977), *The Visible Hand. The Managerial Revolution in American Business*, Cambridge/Londres, The Belknap Press of Harvard University Press.
- COOKE, Philip; Mikel GÓMEZ URANGA y Goio ETXEBARRIA (1997), "Regional Innovation Systems: Institutional and Organisational Dimensions", en *Research Policy*, vol. 26, núms. 4-5, pp. 475-491.
- DODGSON, Mark; Alan HUGHES, John FOSTER y Stanley METCALFE (2011), "Systems Thinking, Market Failure, and the Develop-

- ment of Innovation Policy: The Case of Australia", en *Research Policy*, vol. 40, núm. 9, pp. 1145-1156.
- DOPFER, Kurt (2004), "The Economic Agent as Rule Maker and Rule User: *Homo Sapiens Oeconomicus*", en *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 14, núm. 2, pp. 177-195.
- _____ (2005), "Evolutionary Economics: A Theoretical Framework", en Kurt Dopfer (ed.), *The Evolutionary Foundations of Economics*, Cambridge, Cambridge University Press.
- _____ (2011), "Evolution and Complexity in Economics Revisited", en *Papers on Economics and Evolution*, núm. 1102, Jena, Alemania, Max Planck Institute of Economics Evolutionary Economics Group.
- _____ y Jason POTTS (2004), "Evolutionary Foundations of Economics", en Stanley Metcalfe y John Foster (eds.), *Evolution and Economic Complexity*, Cheltenham, Edward Elgar.
- _____; John FOSTER y Jason POTTS (2004), "Micro-Meso-Macro", en *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 14, pp. 263-279.
- _____ y Jason POTTS (2008), *The General Theory of Economic Evolution*, Nueva York, Routledge.
- _____ y Jason POTTS (2009), "On the Theory of Economic Evolution", en *Evolutionary and Institutional Economics Review*, vol. 6, pp. 23-44.
- ELY, Roland T. (2001), *Cuando reinaba su majestad el azúcar: estudio histórico-sociológico de una tragedia latinoamericana, el monocultivo en Cuba*, La Habana, Imagen Contemporánea.
- ENCINAR, María Isabel (2002), *Análisis de las propiedades de "consistencia" y "realizabilidad" en los planes de acción. Una perspectiva desde la teoría económica*, Madrid, Universidad Autónoma de Madrid.
- _____ y Félix Fernando MUÑOZ (2006), "On Novelty and Economics: Schumpeter's Paradox", en *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 16, pp. 255-277.
- FERNÁNDEZ DE PINEDO, Nadia (2006), "Crecimiento agrícola y comercio exterior de Cuba con España, 1790-1810", en José A. Piqueras e Imilce Balboa (eds.), *La excepción americana: Cuba en el ocaso del imperio colonial*, Valencia, Fundación Instituto de Historia Social.

propusieron los conceptos de crecimiento equilibrado, gran impulso y coordinación de las inversiones (Rosenstein-Rodan, 1963).

Una segunda etapa, que inicia con la década de 1960, caracterizada por el escepticismo, dado que los autores descubrieron las fuertes restricciones al desarrollo, advirtieron la persistencia de la trampa del atraso y reconocieron la ambivalencia de las fuerzas que actúan en la economía internacional (Myrdal, 1959; Hirschman, 1985).

La tercera etapa es la debacle, dado que se desarticula la ED y se desvanece la ilusión de un pasaje rápido a la sociedad industrial. En esta etapa los autores más lúcidos reconocieron que el avance de la industrialización había dejado un legado social y político adverso (véase Hirschman, 1984:138 y subsiguientes).

Explicar la debacle de la ED no es sencillo, pero hay que considerar que fue precedida por el llamado *desengaño* (idea del agotamiento de la ISI) y por la creciente hostilidad hacia, o al menos la desconfianza ante, la industrialización. Esta noción de desengaño está muy presente en Guillermo O'Donnell (1978) y en Maria C. Tavares (1964) (véase Hirschman 1985:135-161).⁴ En cuanto a las causas de la debacle, aquí se sigue la interpretación de Hirschman (1985), quien fija como punto de partida la conexión que establecieron los críticos de izquierda y derecha de la ED entre la estrategia desarrollista y los desastres sociopolíticos que afligieron a varios países de América Latina, entre las décadas de 1960 y 1970. A pesar de que fue ampliamente debatida la conexión entre los avances de la industrialización y los golpes de Estado, represión, dictaduras, subempleo, etcétera, hasta el día de hoy no se ha llegado a proponer una explicación satisfactoria sobre dicha conexión. Pese a ello, los autores de la ED aceptaron tener una importante responsabilidad, al reconocer que sus expectativas eran diametralmente opuestas. La declaración de responsabilidad remite a la forma en que los autores de la ED concibieron los patrones conductua-

⁴ La desilusión y desconfianza ante la industrialización se expresa al plantearse que, para acelerarla, se requiere una mayor desigualdad en la distribución del ingreso, lo que lleva al autoritarismo. Dentro de esta interpretación sobresale O'Donnell y los economistas brasileños (véase Hirschman, 1985:151-152). José Valenzuela retoma esta tesis bajo el concepto de "secundario exportador". Hirschman (1985 y 1996: cap. XV) critica de forma integral a O'Donnell (1978) y a los brasileños.

les que rigen en los países que emprenden la industrialización. Los autores de la ED reconocieron que, ingenuamente, esperaban que los empresarios, trabajadores y gobernantes abrazaran el credo de la industrialización y la modernización y se comportaran colectivamente según el modelo occidental, en prosecución no sólo de una sociedad próspera sino también democrática; de allí el aforismo citado por Hirschman (1996): "las cosas buenas van juntas". Algunos de los especialistas adheridos a la ED reconocieron tardíamente que existían barreras culturales e institucionales en la población de los países pobres que no favorecía una conducta industrial, sino más bien una "pasional", en el sentido definido por Adam Smith en la *Teoría de los sentimientos morales*.⁵ Ese reconocimiento ponía en evidencia que la campaña por una sociedad industrial radica, en gran parte, en un cambio de mentalidad colectiva y, paralelamente, en un nuevo alineamiento de los intereses de las elites nacionales. Volveremos sobre ese crucial tema, reabierto en la NTD, al referimos a la relación entre información y toma de decisiones de política de desarrollo.

Como era de esperarse, la crítica a los autores de la ED puso de manifiesto las diferencias de concepción sobre el desarrollo económico (por ejemplo, la validez de la noción de "beneficio mutuo"), pero también las limitaciones en el enfoque estratégico de los autores de la ED. Su principal carencia consistió en no abordar la relación entre comercio internacional y desarrollo, que se explica por las condiciones de la década de 1950 —de insuficiente recuperación del mercado mundial— y también por la ausencia de demanda a las manufacturas que vendrían de los países de la periferia, una vez que comenzaran a avanzar en la industrialización.⁶

⁵ La dicotomía entre pasiones e intereses en la esfera económica, elemento central de la evaluación de la debacle de la ED que efectúa Hirschman, proviene de la afamada obra de Smith. El interés radica en la consecución del beneficio económico, y la pasión, en la negación de ese interés. En términos de comportamiento colectivo, el acaparamiento de los beneficios puede resultar socialmente destructivo, adquiriendo una definición pasional. Lo anterior quedó manifiesto en la oposición de los primeros empresarios de América Latina a la generación de eslabonamientos posteriores, lo que implicó una competencia entre los empresarios de primera generación y los de segunda intermedios (véase Hirschman, 1996).

⁶ Por ello, la solución al problema de coordinación de las inversiones propuesto por la ED no implicó la exportación.

EL ESTRUCTURALISMO Y LA CRÍTICA NEOCLÁSICA

Durante el periodo 1950-1960, la conformación y maduración de la ED se produjo bajo el acompañamiento, o con la posterior interposición, de otros enfoques teórico-analíticos con los que, o bien se verificó un agudo debate o hubo afinidad de enfoques y propuestas.

Como se desprende de lo señalado antes, a la izquierda se situó el neomarxismo (y el dependentismo) y a la derecha los neoclásicos. En una dirección afín a la ED se ubicó el estructuralismo latinoamericano, el cual reforzó el análisis y las propuestas a partir del argumento de la protección a la industria naciente y la intervención estatal generalizada. Aquí nuestra atención se centrará en algunos aspectos del estructuralismo y de la crítica neoclásica.

Siguiendo la dirección abierta por la ED, el estructuralismo definió la agenda estratégica, primordialmente en América Latina, poniendo el acento en lo que aquí llamaremos *desarrollismo estatista*. Esta corriente de pensamiento se conformó con expertos de la CEPAL, núcleo en torno al cual giraron una variedad de autores entre los que sobresalen Osvaldo Sunkel (1970) y Anibal Pinto (1970). Su enfoque refrendaba la orientación contra la ortodoxia, como se ilustra en la controversia con los economistas del FMI en torno al origen de la inflación. El conjunto de su concepción y su visión estratégica quedó definido por el papel determinante que le asignaban a la intervención estatal, en la movilización de recursos para el desarrollo, en vista de lo que consideraban la inoperancia de las fuerzas de mercado. Su confianza casi ilimitada en la intervención estatal puede juzgarse en retrospectiva como ingenua, pero la valoración del legado estructuralista se dificulta porque las economías dinámicas de Asia, específicamente Corea del Sur, Taiwán y Singapur, deben su éxito a una extensa intervención pública que se ha abarcado bajo el concepto de Estado desarrollista.

La estrella del desarrollo latinoamericano, y con ella la credibilidad de la amalgama ED-estructuralismo, comenzó a eclipsarse rápidamente, casi a la par del ascenso del milagro asiático. Las repercusiones fueron enormes, pues se extendieron más allá de la debacle de la ED y desembocaron en un replanteamiento teórico y en la redefinición

de las estrategias de desarrollo. La batuta la tomó una vertiente *sui generis* de la escuela neoclásica, que en otra parte se ha llamado "moderada". Este enfoque resulta interesante, por un lado, porque se articula como una crítica a la ED-estructuralismo, y por otro, porque propone una manera peculiar de resolver el problema de la dicotomía entre libre mercado/intervención estatal, dada la lección que brindaba el caso asiático —tema que también suscitó el interés de los autores que adoptaron la perspectiva heterodoxa. No debe perderse de vista la estrategia de desarrollo que formulan los neoclásicos moderados, que cabe calificar de intermedia, ya que es una combinación entre sustitución eficiente de importaciones y orientación exportadora, insólita para los estándares posteriores.

Durante el despegue de la ED, los neoclásicos moderados (NM) habían permanecido a la expectativa, formulando críticas aisladas a la ED pero, apoyándose en los problemas inesperados que aparecieron en el escenario latinoamericano. Hacia fines de la década de 1960 desplegaron una concepción y propuesta estratégica integrales, equivalentes en su unidad de análisis a las de los desarrollistas (véase el cuadro 1). Sus planteamientos tenían un doble soporte: de un lado la notoria inoperancia de las políticas proteccionistas; de otro, la evidencia histórica del milagro asiático. Little, Scitovsky y Scott (1975), y más tarde Balassa (1988), hicieron hincapié en varias fallas de las estrategias desarrollistas en curso: el olvido de las ventajas comparativas y, en general, una industrialización ineficiente situada a espaldas del mercado mundial.

Para definir el perfil de la aproximación efectuada por los neoclásicos "moderados", cabe ordenarla en tres rubros. Primero, su evaluación de las políticas proteccionistas; segundo, las políticas alternativas y, finalmente, una evaluación de la consistencia de su propuesta.

Little *et al.* (1975) sostienen, en su libro dedicado al estudio de la experiencia de siete países (Argentina, Brasil, México, India, Paquistán, Filipinas y Formosa), la hipótesis de que la ISI apoyó en exceso a la industria en relación con la agricultura. Lo anterior afectó adversamente las exportaciones, incluyendo las de productos primarios, pues concentró el ingreso y generó ineficiencia en la producción. Los autores también sostienen que dicha situación se debe a que las políticas

practicadas por el grupo de países periféricos difieren de las de los países hoy industrializados. Así, anotan que los niveles de protección han sido sustancialmente más elevados y que no se tomó conciencia de esa diferencia, como lo muestra el programa errático que se siguió, cuyo objetivo era conceder mayor protección si lo demandaban los nuevos empresarios.

Para una correcta estimación del nivel de protección, estos autores propusieron medirla sobre el valor agregado nacional (protección efectiva), no sobre el valor de todo el producto (protección nominal). Añaden que el proteccionismo se vio acompañado de otras políticas. La relación de precios entre campo y ciudad resultó desfavorable para el primero, provocando miseria en el campo y, con ello, migración y subempleo urbano. Sobre todo, el tipo de cambio se mantuvo sobrevaluado para abaratar las importaciones de insumos, equipo y bienes de capital, impactando adversamente las exportaciones; pero la importación excesiva de equipo de capital actuó contra el empleo. Por lo anteriormente expuesto, sostienen que el sesgo contra las exportaciones era inherente a la ISI.

La propuesta de política de Little *et al.* (1975) consistió en lo que llamaron "especialización con ventaja comparativa": la comparación de los costos relativos (nacional/internacional) llevará a decidir qué producir. De lo anterior refieren que es "hacer un mejor uso del comercio internacional". La originalidad de su propuesta radica en dos aspectos: *a)* las reservas que reconocen al argumento del libre comercio y *b)* afirman, con toda justificación, que los países desarrollados tienen un alto grado de protección contra las manufacturas de los países en desarrollo.

La principal objeción al libre mercado que hacen estos autores es que aquél produce una industrialización insuficiente. Se trata, en otras palabras, del argumento en favor de la industria naciente dentro de ciertos límites, es decir, los límites de la ventaja comparativa. Por lo anterior, invocan un apoyo especial a la industria, pero no necesariamente la protección. Dicho apoyo puede tomar la forma de subsidios y crédito, concebidos para atacar directamente la desventaja de la industria específica. Sobre todo, afirman, se debe subsidiar a las industrias que generan economías externas. Esos subsidios podrían combinarse con

una tasa de cambio más favorable, lo cual provocaría que los beneficios bajen para el total de la industria.

Enseguida discuten las posibilidades de aumentar las exportaciones: aunque los países desarrollados no están dispuestos a aceptar las exportaciones de los países en desarrollo, hay mucho margen para aumentar las exportaciones de manufacturas de esos últimos. Little *et al.* (1975) analizan los argumentos de los PD: justifican esa protección diciendo que trata de evitar una perturbación en sus mercados. Pero, ¿cuál es la magnitud de esa perturbación?, se preguntan.

Su respuesta es que el aumento de las exportaciones provenientes de los países en desarrollo en sectores intensivos en mano de obra provocaría un efecto residual en el empleo de las industrias afectadas, pero ciertamente, añaden, el efecto es fuerte en la rentabilidad de las industrias con las que compiten las exportaciones provenientes de la periferia. Empero, los autores insisten en que el beneficio general sería alto: el comercio mundial se expandirá debido a que los países en desarrollo, al vender más, comprarán más.

Concluyen su planteamiento evaluando lo que llaman problemas de la transición. Señalan que debe haber un periodo que preceda al cambio de dirección; ese periodo debe ser social y políticamente viable, gradual, enmarcado a su vez en un periodo de ascenso en el ingreso nacional. Proponen que, inicialmente, se eliminen las cuotas a las importaciones, siguiendo con la devaluación del tipo de cambio y la reducción del arancel.

El análisis y propuesta de los NM es fundamental, y supera las limitaciones de los estructuralistas; no obstante, se encuentra minado por dos fallas. Una es privativa de su concepción y estrategia de desarrollo; la otra se refiere a su adscripción al paradigma del desarrollo racional, al cual se adhieren también las otras escuelas, con excepción de la NTD.

La estrategia de los NM se mantiene dentro de los límites de las ventajas comparativas estáticas, lo que para la situación de los países que habían iniciado la industrialización, incluyendo a los de Asia oriental, significa que su competitividad se limita a las manufacturas intensivas en mano de obra. Balassa es elocuente al respecto; dice que la escasez relativa de capital físico y humano coloca a los países que

concluyeron la primera etapa de la sustitución de importaciones en desventaja para producir bienes intermedios y de capital (Balassa, 1988:24-25). Luego añade: tales bienes sólo podrán producirse en esos países a costa de una mayor protección y asumiendo sustanciales desequilibrios en su balanza comercial (Balassa, 1988:25). La estrategia que deben seguir, continúa Balassa, debe centrarse en establecer un sistema de incentivos que permita exportar los bienes que se pueden sustituir "eficientemente", es decir, los intensivos en mano de obra (Balassa, 1988:29-32). De lo señalado se desprende que una estrategia que conduzca a la producción de bienes para los cuales no existe ventaja comparativa está excluida, porque implicaría distorsionar el comportamiento de los precios, factor que se encuentra en la base del diagnóstico del paso fallido a la sustitución de segunda etapa que presenta Balassa.⁷

La adhesión al paradigma del desarrollo racional significa que los especialistas, como los desarrollistas o los NM y después los tecnólogos, se limitan a proporcionar a los tomadores de decisiones la información de mayor calidad. El avance en el debate parece haber arrojado, efectivamente, información de mayor calidad; por ejemplo, las implicaciones de la gestión del tipo de cambio o la medición del nivel de protección a la industria. El problema radica, como se clarificará después, en que identifican información con toma de decisiones; en otras palabras, si la información es superior significa que conducirá automáticamente a las decisiones respectivas. Veremos más adelante, citando a Hoff y Stiglitz (2004), que los tomadores de decisiones pueden tener a su disposición la información de mayor calidad y ser conscientes que su adopción es Pareto-eficiente y aun así negarse a acatarla.

A fines de los años setenta, tres corrientes incidieron en el debate y en la conformación de la teoría del desarrollo. La más poderosa es la doctrina neoliberal, que combina el pensamiento neoclásico, la llamada "teoría de la elección pública" y la filosofía austriaca (véase

⁷ Little *et al.* (1975) son ambiguos al respecto, ya que si bien no excluyen enteramente la emergencia de una industria más avanzada, queda en la oscuridad cómo puede florecer si la regla primordial es "hacer un mejor uso del comercio internacional", lo que significa el apego a las ventajas comparativas estáticas.

Chang, 1988); la segunda es el paradigma de la industrialización tardía, que se puede considerar una corroboración de que la desventaja en la producción de bienes intermedios y de capital fue superada, precisamente, a través de la distorsión del sistema de precios (eso sucedió con los tigres asiáticos a través del Estado desarrollista). La tercera es la que aquí se ha llamado "tecnologista", inspirada en Schumpeter y enmarcada en la teoría evolucionista.

En el apartado siguiente se analizará esa corriente, empezando por la relación que establece entre cambio tecnológico y crecimiento económico, siguiendo con la asociación que señalan diversos autores entre innovación y desarrollo económico, primordialmente a través de la noción de aprendizaje tecnológico. También se hará una breve alusión a las teorías que se autodenominan "de crecimiento endógeno", cuyo concepto de capital humano ocupa un lugar central en las propuestas de política de las organizaciones multilaterales.

LA CORRIENTE TECNOLÓGICA EN EL ESTUDIO DEL DESARROLLO ECONÓMICO

Cambio tecnológico y crecimiento económico

La concepción del cambio tecnológico como principal fuerza propulsora del crecimiento económico estaba ampliamente formulada en la obra de Marx, aunque de forma un tanto primitiva ya que se asocia, en lo esencial, a lo que hoy se denomina tecnología incorporada (medios de producción, o de capital). Schumpeter (1934) desarrolló el legado de Marx desligándolo de la lucha de clases. En sus otros aspectos, el autor austriaco mantuvo la integridad de la propuesta de Marx: el estudio de la innovación como una fuerza disruptiva que gobierna un crecimiento discontinuo de alzas y bajas del nivel de actividad. El ciclo económico fundamental es el de Kondratiev, ya que en su interior se despliegan las revoluciones tecnológicas.

Con el ascenso de la teoría del equilibrio general se eclipsó el interés en el cambio tecnológico e incluso en las otras formas de concebir la dinámica económica. El estudio de la acumulación de capital se

preservó en virtud de su continuidad con la escuela clásica, para desembocar en el modelo de Solow (1956). Este modelo asume que el crecimiento económico está en función de la inversión destinada a incorporar mayor cantidad de insumos de trabajo y de capital, sujeto al principio de la productividad marginal decreciente del factor abundante. Sin embargo, los artículos escritos por Abramovitz (1956, 1962) y por el propio Solow, desde mediados de los años cincuenta, cambiaron enteramente el escenario al diferenciar entre el aumento en la producción proveniente del mejoramiento de la eficiencia y el que deriva del mayor uso de insumos. Abramovitz (1979), utilizando datos de Kuznets (1963), estimó que entre 1869-1878 y 1944-1953 el producto neto per cápita de Estados Unidos creció a una tasa anual de 1.9%, lo que significa que se cuadruplicó; de ese aumento, el autor estima que la productividad contribuyó con 60% y que el 40% restante provino del aumento en la cantidad de insumos. El citado autor asoció tentativamente el aumento de la productividad al cambio tecnológico, aunque con algunas reservas.

Los intentos posteriores por ampliar las estimaciones de la contribución del cambio tecnológico en el crecimiento tropezaron con dificultades porque, como lo subrayó Abramovitz, no todo el incremento de la productividad proviene de la introducción de una nueva técnica. Asimismo, Denison refiere que la productividad puede aumentar también por economías de escala o el aumento de la calificación laboral.

La clave, explica Rosenberg (1976, 1982), es la amplitud con que se difunde una innovación y se generaliza la reducción de costos, esto implica el desplazamiento de la vieja tecnología. De tal modo, resulta crucial la diferencia ya establecida por Schumpeter entre innovación y difusión. La innovación es, en primer término, una cuestión circunscrita a la empresa que toma la delantera. Dentro de supuestos relativamente simples, la empresa innovadora obtendrá una ganancia extraordinaria, medida unitariamente por la diferencia entre el precio de mercado y el precio reducido por la innovación, pero sin generar un beneficio para la sociedad o los consumidores. El beneficio social será el aumento de la productividad o la reducción del precio del bien en cuestión.

Nathan Rosenberg observó que la temática de la difusión de las innovaciones tecnológicas ha sido relegada, debido a que se ha identificado incorrectamente el impacto económico de un invento con la obtención de una patente. Pero el impacto económico, añade, proviene de la difusión, debido a que los efectos de las tecnologías superiores dependen de su utilización generalizada. Lo crucial, sobre todo si se trata de invenciones de gran alcance (llamadas después radicales o sistémicas), es que su difusión por lo general depende de un caudal de perfeccionamientos y de la adaptación a los requerimientos del mercado.

El estudio de innovaciones de cierto alcance, como las semillas híbridas de maíz, la segadora mecánica, el carbón mineral (o coque) y el ferrocarril, demostró que el proceso de difusión implicó periodos que van de cuatro a 20 años, de acuerdo con la evidencia histórica más sólida de los beneficios esperados (véase, por ejemplo, Griliches 1957 y 1960, para la trayectoria de difusión de la tecnología del maíz híbrido en Estados Unidos).

Recapitulando, tenemos que las bases para el estudio de la relación entre el cambio tecnológico y el crecimiento económico fueron establecidas por Marx y Schumpeter. Al primero se le debe la definición de la dinámica económica moderna a través de los conceptos de reproducción simple y ampliada, y dentro de esta última, el crecimiento extensivo (o solowniano) y el intensivo (schumpeteriano).

Consustancial a lo anterior es el carácter discontinuo del crecimiento económico, o bien, la sucesión de altas y bajas propias del ciclo económico. A su vez, la reproducción ampliada se encuentra indisolublemente asociada al excedente económico o plusvalor, sin el cual no se puede edificar una teoría del crecimiento, ni comprender el papel del cambio tecnológico. Lo anterior lleva a Schumpeter a la noción de que las innovaciones vienen en racimo y que abren el camino de la "destrucción creadora", a través de revoluciones tecnológicas.

La creciente interrelación de la teoría de la innovación con la teorización sobre el conocimiento ha implicado una extraordinaria profundización del objeto de estudio. Actualmente se ha impuesto la concepción de que la tecnología es una forma de conocimiento útil que tiene diversas formas de concreción. La definición del conocimiento

en estado tácito, y su traducción en genérico, ha sido de enorme utilidad para estudiar la difusión del cambio tecnológico. En especial, se ha reconocido la importancia de la base tácita del conocimiento para poder realizar procesos de aprendizaje. La diferenciación, pero también la interrelación, entre conocimiento e información resulta crucial para analizar los procesos actuales de valorización.

Antes de estudiar el papel del cambio tecnológico en el desarrollo económico, habría que tener en cuenta que hay sustanciales problemas de aplicabilidad del acervo conceptual de la teoría de la innovación a los países que iniciaron tardíamente su industrialización. Esos países carecen de bases organizacionales e institucionales —o en el mejor de los casos, las bases están incompletas—, para ser tecnológicamente dinámicos. Esta formidable restricción suele soslayarse, en parte, por la tendencia a concebir el cambio tecnológico como un proceso organizativo que aísla a la empresa de su contexto nacional. En economías atrasadas, dicho contexto puede afectar negativamente —y ésa parece ser la regla— las actividades de innovación tecnológica.

Cambio tecnológico y desarrollo económico

Los avances que culminaron con el estatuto evolucionista y *neoschumpeteriano*, perfilado hacia comienzos de la década de 1980, brindaron el soporte teórico, analítico y empírico para relacionar tecnología con desarrollo; sin embargo, el factor detonante lo brindó el llamado milagro asiático, así como el previo ascenso industrial de Japón y su conversión en potencia mundial. En un principio, entre fines de los años sesenta y setenta, la experiencia de Corea del Sur y Taiwán se estudió y entendió en el marco de una industrialización orientada a las exportaciones, esencialmente bajo una perspectiva macroeconómica. Esta orientación estaba en consonancia con las dos primeras generaciones y su posterior controversia sobre libre mercado *versus* intervención estatal.

Sin embargo, cuando comenzó a estudiarse más detenidamente la industrialización coreana y de Taiwán se comprobó que no era simplemente un proceso de promoción de las exportaciones, sino una transformación mucho más profunda cuya comprensión no podía efectuarse

simplemente con el instrumental teórico sobre la acumulación de capital y la macroeconomía estándar.

Las reformas que emprendió Corea del Sur desde comienzos de los años sesenta encajaban a primera vista con la estrategia recomendada por los NM, aunque había diferencias sustanciales: se promovió el aumento del ahorro y la inversión, se efectuó la corrección del tipo de cambio, pero no se produjo una liberalización general del régimen de importaciones. En lugar de lo anterior, las importaciones de bienes intermedios y de capital destinados a la exportación se liberalizaron. El crédito a las empresas quedó bajo control gubernamental y se canalizó a tasas subsidiadas. Adicionalmente, se redujeron los impuestos directos e indirectos.

El gobierno de Corea llegó mucho más lejos que la estrategia usualmente recomendada pues intervino para orientar, e incluso crear, a los agentes protagónicos (los *chaebol*). Estos conglomerados pasaron por varios procesos de consolidación, de acuerdo con los lineamientos establecidos por el gobierno, sobre todo para incursionar en la industria pesada. También se crearon empresas públicas y, principalmente, se tomaron medidas para lograr un objetivo en cierto modo novel: la transferencia de tecnología a empresas nacionales. La estrategia adoptada por Corea estaba en contradicción con el modelo convencional del *learning by doing* de Arrow (1962), el cual subestimaba las enormes dificultades del proceso.

En función de la complejidad de la estrategia coreana y de sus repercusiones, en un estudio pionero Pack y Westphal (1986) propusieron entender la industrialización de ese país en términos de cambio tecnológico. Ellos afirman que el cambio tecnológico fue el eje de la estrategia de intervención en el citado país, como lo fue también en Taiwán. Ese estudio, precedido por los artículos de Westphal (1978) y Kim (1984), establecen el fundamento de los tratamientos tecnologistas del desarrollo económico. Pack y Westphal reconocen que la industrialización no se ha estudiado previamente en términos de cambio tecnológico, aunque señalan que hay antecedentes en las investigaciones históricas de Landes (1969) y Rosenberg (1982).

Habría que distinguir dos etapas en la constitución de los tratamientos tecnologistas. En la primera, representada por el citado artículo,

junto con el de Dahlman, Ross-Larson y Westphal (1988), se mantienen ciertas características de los estudios de primera y segunda generación, esto es, la unidad de análisis nacional y la definición del proceso como industrialización de la economía nacional. También hay una conexión importante con la teoría de la acumulación, ya que conciben el uso efectivo del conocimiento tecnológico asociado a la inversión de capital. A fines de los años ochenta emerge otra vertiente de estudio afín a ésta, la cual toma como eje el aprendizaje tecnológico en el marco de lo que definen como industrialización tardía (Amsden, 1989). El conocido como "paradigma de la industrialización tardía" ofrece un tratamiento histórico basado en las nociones organizativo-institucionales de Gerschenkron (2002).

A inicios de los años noventa se perfila la siguiente etapa en la formación de los enfoques tecnólogos. El cambio más importante, introducido en publicaciones como la de Bell y Pavitt (1992), es la tendencia a alejarse del marco nacional y centrarse en la empresa o conjunto de empresas, es decir, lo que se denomina la concepción organizativa del cambio tecnológico. Como señalan Bell y Pavitt: las firmas son los más importantes actores en la acumulación de tecnología porque aprenden de la operación específica que efectúan en sus sistemas de producción; los países en desarrollo se han concentrado en otras instituciones, por lo cual sus políticas de ciencia y tecnología han estado mal orientadas. El objetivo debería ser favorecer el desarrollo de las capacidades tecnológicas dentro de las empresas. Michael Hobday (1995), otro autor representativo, sustituyó el concepto de industrialización por el de innovación, acotándolo a un sector y focalizando el papel de la empresa. Así, Hobday habla de *empresa recién llegada* en lugar de *economía recién llegada* o "tardía".

La aportación más relevante de los tratamientos tecnólogos, tomados en su conjunto, radica en su crítica al concepto desarrollista de industrialización, junto con su cuestionamiento a fondo del enfoque neoclásico. Desafortunadamente, a la larga descartan enteramente el concepto de industrialización, lo cual ha derivado en consecuencias adversas para la integridad de la agenda de investigación. Su crítica se extiende al proceso histórico de industrialización, verificado principalmente en América Latina, que erróneamente atribuyó el aumento

cuantitativo de la producción industrial a la transformación de la estructura del sistema económico.

A continuación veremos la crítica tecnóloga a la industrialización, que podemos llamar "tradicional", para luego revisar brevemente las aportaciones que se efectúan desde el ángulo de la acumulación de capacidades tecnológicas o aprendizaje tecnológico.

La crítica a la industrialización tradicional fue formulada primero por Dahlman *et al.* (1988), pero luego fue retomada y ampliada por Bell y Pavitt (1992). El punto de partida de esta crítica es distinguir entre dos tipos de recursos: la capacidad de producción (*production capacity*) y las habilidades tecnológicas (*technological capabilities*). La primera incorpora los recursos usados para producir bienes industriales a un nivel dado de eficiencia y una determinada combinación de insumos: equipo (tecnología incorporada), mano de obra calificada (experiencia y *know how* operativo y organizativo), especificación de producto e insumo y sistemas de organización. En contraste, la segunda abarca los factores adicionales necesarios para generar y manejar el cambio técnico, incluyendo habilidades, conocimientos, experiencia, estructura institucional y enlaces. Esta distinción es importante porque permite explicar la dinámica de la industrialización y los recursos necesarios para generar y sostener el dinamismo.

La observación más significativa es la siguiente: el aprendizaje tecnológico es una capacidad especial y no una simple adición a la capacidad de producción existente, como erróneamente se asumió. Al respecto, los autores señalan:

[...] durante dos siglos el debate sobre la industrialización se centró en las medidas para estimular la acumulación (incremento de la capacidad productiva). El dinamismo tecnológico quedaba excluido de este enfoque porque se le consideraba comúnmente como un producto automático de las decisiones de inversión en capacidad productiva. Para los que invocaban políticas de protección, el dinamismo tecnológico era visto como inherente a la propia protección e iba a surgir como derivado del surgimiento de un sector doméstico de bienes de capital. Igualmente, pero desde otro ángulo, se consideraba que el dinamismo tecnológico surgiría como una consecuencia inevitable de la orientación exportadora o de la presión competitiva generada por los regíme-

nes liberalizadores del comercio. Obviamente el régimen comercial es importante, sin embargo, a medida que los recursos para el cambio industrial se vuelven más complejos es menos posible que el comercio o las decisiones de inversión en capacidad productiva aseguren la inversión en capacidades generadoras de dinamismo tecnológico (Bell y Pavitt, 1992:261-262).

Lo anterior nos lleva al fondo del problema del aprendizaje tecnológico. La experiencia que sistematizan los estudios tecnólogos, tomada de Asia nororiental, pone de manifiesto que es un proceso costoso, prolongado e incierto. Gran parte del problema gira en torno al carácter tácito del conocimiento, concepto que Nelson y Winter (1982) retoman de Polanyi (1967). La naturaleza tácita del conocimiento tecnológico explica el fracaso de gran parte de los proyectos de importación de bienes de capital, desde equipo específico hasta plantas llave en mano. Al guiarse por criterios convencionales, que impliquen una distinción errónea entre innovación y difusión, los gobiernos y los industrialistas soslayaron el proceso de adaptación y *posadaptación* de la tecnología importada. Por lo anterior, no se lograba trascender la capacidad de producción, siendo frecuentemente insuficiente el conocimiento para ampliar la producción o hacer modificaciones en los sistemas productivos (o innovaciones incrementales).

Una serie de publicaciones posteriores, que integraron los estudios tecnólogos con los de enfoques basados en cadenas y redes de producción, puso de manifiesto los enormes avances tecnológicos de un grupo puntero constituido por Corea del Sur, Taiwán, Singapur, China y la India. Esos estudios perfilaron mejor los requerimientos organizativos para impulsar el aprendizaje tecnológico, incluso aproximándolo a la frontera. Pese a las amplísimas investigaciones efectuadas por grupos cada vez más amplios, unificados por algunos conceptos ejes, prevalecen interrogantes y se perfilan problemas metodológicos.

El principal interrogante es por qué el avance tecnológico ha quedado confinado a un grupo reducido de países. Los países que han quedado al margen padecen niveles elevados de pobreza, tienen un desempeño económico inestable y, en general, exhiben dependencia de la exportación de recursos naturales. Los incentivos generan un bien-

estar nacional generalizado o las condiciones internacionales aparentemente más favorables, pero no han inducido a los gobiernos de la mayoría de los países de la periferia a replicar el desempeño de los tigres asiáticos.

Acuciados por las diferencias de desempeño económico, los tecnólogos han efectuado estudios comparativos entre los casos nacionales exitosos y los fallidos, o analizado la experiencia de estos últimos a la luz de los primeros. Sin embargo, las conclusiones han sido más bien descriptivas y no analíticas y tienden a reiterar la misma estrategia de aprendizaje tecnológico que se desprende de la experiencia asiática. Esto último representa un retroceso, en comparación con el estudio fundacional de Pack y Westphal (1986). Aunque ambos estudios subrayaron que Corea del Sur utilizó la misma estrategia de desarrollo ya conocida, los últimos añaden, de manera diferente, que la "habilidad de los gobiernos para intervenir selectivamente para lograr eficiencia dinámica no puede darse como un hecho. Verdaderamente la mayoría de los gobiernos carecen de esa habilidad" (Pack y Westphal, 1986:104). Esta advertencia parece olvidada, ya que las prescripciones tecnólogos, coincidiendo con los estudios de las organizaciones multilaterales, sugieren que la puerta está abierta para todos; que la clave reside en que los que toman decisiones deben saber exactamente qué hacer. Paradójicamente, los mismos autores reconocen la preponderancia de los casos fallidos, sin poder explicar a fondo las causas.

Lo anterior indica que los tecnólogos han optado en su mayoría por adherirse al paradigma del desarrollo racional, concentrándose en proporcionar información de mayor calidad, dejando la toma de decisiones fuera de la agenda de investigación.

Poco más de medio siglo después, se advierte que el círculo se cierra, ya que se retorna al punto de partida que llevó a la debacle de la ED: la omisión de lo que Hirschman llamó la "economía política de la industrialización por sustitución de importaciones". Hirschman se refería a la necesidad de considerar los factores políticos, sobre todo aquellos que conciernen a la toma de decisiones en el proceso socioeconómico. Este vacío tiende a llenarlo la nueva teoría del desarrollo.

NUEVA TEORÍA DEL DESARROLLO:
UNIFICACIÓN DE LOS PROCESOS SOCIOPOLÍTICOS
Y ECONÓMICOS

La NTD es una propuesta que intenta llenar el vacío dejado por los enfoques "racionales" ya aludidos, formando parte de una nueva teoría económica. Sus principales exponentes argumentan que el desarrollo no es, en primera instancia, un proceso de movilización de capital, sino de cambio en la forma en que está organizada y funciona la sociedad, aludiendo con ello a los factores políticos que determinan la toma de decisiones y sus repercusiones en grupos sociales y organizaciones (véase Hoff y Stiglitz, 2004:392).

En particular, resulta central para su argumentación la noción de un condicionamiento histórico que ata a una sociedad a procesos pasados, por ejemplo la distribución del ingreso y la pobreza. Específicamente, desde este punto de vista la pobreza tiene un significado doble: expresa la alta concentración de la riqueza y la improductividad de una parte sustancial de la población. Si la pobreza se auto-reproduce históricamente, se requiere un esfuerzo sociopolítico consciente y concertado para superarla (ruptura de condicionamiento histórico), puesto que es favorecida por el mantenimiento del *statu quo* y sus beneficiarios tradicionales.⁸

La NTD se encuentra en proceso de constitución, pero su metodología está definida. Se funda en la conjunción de tres programas de investigación: la economía de la información, la teoría de los problemas de coordinación y la economía institucional. La conjunción de estos programas aleja la teoría y el análisis de la escuela neoclásica, en particular porque la NTD considera que las economías subdesarrolladas están muy distorsionadas y en un sostenido equilibrio ineficiente. La información de alta calidad para superar las distorsiones y lograr un equilibrio superior, podría ser de conocimiento general, pero una diversidad de razones impide actuar conforme a ella. Tales razones se

⁸ Lo que sigue es una síntesis de la exposición efectuada por Hoff y Stiglitz (2004). Otros autores que pertenecen a esta corriente son: Engerman y Sokoloff (1997), Easterly (1999), Dasgupta y Ray (1986) y Banerjee y Duflo (2000).

deben a problemas de coordinación o al bloqueo político ejercido por los perdedores potenciales. Los problemas de coordinación explican la subinversión en educación y tecnología.

Las instituciones juegan un papel central, pero no en un sentido neoclásico ni "estructuralista" (que las supone exógenas).

Al respecto, estos autores retoman el postulado de North II, en cuanto a que las instituciones, en su calidad de reglas formales e informales, llevan a un equilibrio, pero pueden ser disfuncionales a los objetivos del desarrollo. Ejemplos de esas instituciones son la aparce-ría, y en la actualidad, las barreras extra legales para impedir la entrada de nuevos competidores a un mercado. Establecen una relación fundamental entre lo que se llama actualmente "capital social" (instituciones de la sociedad tradicional) y el proceso de desarrollo. Este último implica sustituir las instituciones tradicionales por instituciones modernas, pero el resultado queda indeterminado, ya que la acción pública puede, ya sea exacerbar o mitigar, el desajuste provocado por ese pasaje. Si se exacerba el desajuste, las iniciativas por impulsar el cambio tecnológico se volverán inoperantes.

En ese contexto cabe preguntar: ¿la acción política puede mover a la economía a un nuevo equilibrio? En condiciones de atraso, y por ende de institucionalidad disfuncional, la intervención debe estar orientada a romper el condicionamiento embebido en la conducta de los agentes. Sin embargo, esto sólo será posible si la intervención es a profundidad. Únicamente las intervenciones a profundidad afectan el proceso político, que es la vía para incidir en el estatus del sistema económico.

Las intervenciones más importantes son aquellas que cambian a la larga la distribución de la riqueza. Sin embargo, el problema radica en que los agentes que definen los instrumentos de intervención tienen una doble participación (directa o indirecta), pues actúan en el proceso político (definen la toma de decisiones) y también en el proceso económico (son propietarios de activos productivos o representan a los propietarios). En tal configuración, "el tomador de decisiones" no adoptará una política con repercusiones tipo Pareto, porque anticipará que a la larga perderá (él o aquellos que representa) poder de decisión.

Lo que dificulta el cambio es, por tanto, la incertidumbre de quiénes serán los ganadores. En tal caso, las ganancias potenciales del cambio deben ser lo suficientemente elevadas como para compensar a los perdedores, que tienen poder político. Pero aun cuando se suponga que se pueda identificar *ex post* a tales perdedores y compensarlos, puede no haber garantías de credibilidad en cuanto a que el responsable de la política efectúe la compensación. En todo caso, si no cumple, el castigo sería, en una sociedad con democracia electoral, castigar con el voto a los gobernantes.

Una última cuestión es la relación y conflicto entre los factores históricos que mueven a una sociedad en sentido inercial, a lo largo de una trayectoria (o la fijan en un equilibrio ineficiente) y la acción social para el cambio. Estos autores argumentan, siguiendo el modelo del *path dependence*, que un choque o conmoción social puede inducir al sistema a un nuevo equilibrio, al obligar a los actores participantes a abandonar sus papeles previos (Hoff y Stiglitz, 2004:425). Sin embargo, la relación entre el choque y el cambio de trayectoria no es determinístico, ya que el resultado final podría ser peor, como había sugerido previamente Paul A. David (2001).

BIBLIOGRAFÍA

- ABRAMOVITZ, Moses (1956), "Resource and Output Trends in the United States Since 1870", en *American Economic Review*, Papers and Proceedings, vol. 46, núm. 2, pp. 5-23.
- (1962), "Economic Growth in the United States: A Review Article", en *American Economic Review*, vol. 52, núm. 4, pp. 762-782.
- (1979), "Economic Growth and Its Discontents", en Michael J. Boskin, (ed.), *Economics and Human Welfare: Essays in Honor of Tibor Scitovsky*, Nueva York, Academic Press, pp. 3-22.
- AMSDEN, Alice (1989), *Asia's Next Giant: South Korea and Late Industrialization*, Nueva York, Oxford University Press.
- ARROW, Kenneth (1962), "The Economic Implications of Learning by Doing", en *The Review of Economic Studies*, vol. 29, núm. 3, pp. 155-173.

- BALASSA, Bela (1988), *Los países de industrialización reciente en la economía mundial*, México, FCE.
- BANERJEE, Abhijit y Esther DUFLO (2000), "Inequality and Growth. What Can the Data Say?", NBER Working Papers, núm. 7793.
- BELL, Martin y Keith PAVITT (1992), "Accumulating Technological Capability in Developing Countries", en *Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics*, pp. 257-281.
- CHANG, Ha-Joon (1998), "Korea: The Misunderstood Crisis", en *Elsevier*, vol. 26, núm. 8, pp. 1555-1561.
- DAHLMAN, Carl J.; Bruce C. ROSS-LARSON y Larry E. WESTPHAL (1988), "Managing Technological Development: Lessons from the Newly Industrializing Countries", en Patrick O'Brien, *Industrialisation. Critical Perspectives on the World Economy*, vol. II, Londres, Routledge.
- DASGUPTA, Partha y Debraj RAY (1986), "Inequality as a Determinant of Malnutrition and Unemployment: Theory", en *The Economic Journal*, vol. 96, núm. 384, pp. 1011-1034.
- DAVID, Paul A. (2001), "Path Dependence, its Critics and the Quest for 'Historical Economics'", en Pierre Garrouste y Stavros Ioannides (eds.), *Evolution and Path Dependence in Economic Ideas*, Cheltenham, UK, Edward Elgar.
- DEYO, Frederic (1987), "Coalitions, Institutions, and Linkage Sequencing. Toward a Strategic Capacity Model of East Asian Development", en Frederic Deyo (ed.), *The Political Economy of New Asian Industrialism*, Ithaca, Nueva York, Cornell University Press, p. 227-247.
- DOSI, Giovanni; Keith PAVITT y Luc SOETE (1993), *La economía del cambio técnico y el comercio internacional*, México, Conacyt/Secofi.
- EASTERLY, William (1999), "The Ghost of Financing Gap: Testing the Growth Model Used in the International Financial Institutions", en *Journal of Development Economics*, vol. 60, núm. 2, pp. 423-438.
- ENGERMAN, Stanley y Kenneth SOKOLOFF (1997), "Factor Endowments, Institutions, and Differential Paths of Growth among New World Economies: A View from Economic Historians of the United States", en Stephen Haber (ed.), *How Latin America Fell Behind*.

- Essays on Economic Histories of Brazil and Mexico, 1800-1914*, Stanford, Stanford University Press.
- ERNST, Dieter (2003), "Digital Information System and Global Flagship Networks: How Mobile is Knowledge in the Global Network Economy?", en Jens F. Christensen y Peter Maskell (eds.), *The Industrial Dynamics of the New Digital Economy*, Cheltenham, UK, Edward Elgar.
- _____ y Linsu KIM (2002), "Global Production Networks. Knowledge Diffusion, and Local Capability Formation", en *Research Policy*, vol. 31, núm. 8-9, pp. 1417-1429.
- FAJNZYLBER, Fernando (1983), *La industrialización trunca de América Latina*, México, Nueva Imagen.
- GEREFFI, Gary (1995), "Global Production Systems and Third World Development", en Barbara Stallings, *Global Change, Regional Response: The New International Context of Development*, Cambridge/Nueva York, Cambridge University Press.
- GERSCHENKRON, Alexander (2002), "Economic Backwardness in Historical Perspective", en *The Political Economy of Development*, vol. I, Cheltenham, UK, Elgar Reference Collection.
- GRILICHES, Zvi (1957), "Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change", en *Econometrica*, vol. 25, núm. 4, pp. 501-522.
- _____ (1960), "Hybrid Corn and the Economics of Innovation", en *Science*, nuevas series, vol. 132, núm. 3422, pp. 275-280.
- HIRSCHMAN, Albert (1984), *De la economía a la política y más allá*, México, FCE.
- _____ (1985), "Auge y decadencia de la economía del desarrollo", en Mark Gersovitz et al., *Teoría y experiencia del desarrollo económico*, México, FCE.
- _____ (1996), "La economía política de la industrialización a través de la sustitución de importaciones en América Latina", en *El Trimestre Económico*, vol. LXIII, núm. 2, pp. 489-524.
- HODBAY, Michael (1995), *Innovation in East Asia. The Challenge to Japan*, Aldershot, Edward Elgar.
- HODGSON, Geoffrey (2006), *Economics in the Shadows of Darwin and Marx: Essays on Institutional and Evolutionary Themes*, Cheltenham, UK, Edward Elgar.

- HOFF, Karla y Joseph STIGLITZ (2004), "La teoría económica moderna y el desarrollo", en Gerald Meier y Joseph Stiglitz, *Fronteras de la economía del desarrollo*, Bogotá, Banco Mundial/Alfaomega, pp. 389-461.
- JOHNSON, Chalmers (1987), "Political Institutions and Economic Performance: The Government-Business Relationship in Japan, Korea, and Taiwan", en Frederic Deyo (ed.), *The Political Economy of the New Asian Industrialism*, Ithaca, Cornell University Press, pp. 136-164.
- KIM, Jae Won (1984), "CES Production Functions in Manufacturing and Problems of Industrialization in LDCs: Evidence from Korea", en *Economic Development and Cultural Change*, vol. 33, núm. 1, pp. 143-165.
- KUZNETS, Simon (1963), "Los países subdesarrollados y la fase preindustrial en los países adelantados", en Sampat Pal Singh y Amar Narain Agarwala, *La economía del subdesarrollo*, Madrid, Tecnos.
- LANDES, David (1969), *The Unbound Prometheus. Technological Change and Industrial Development in Western Europe from 1750 to the Present*, Londres, Cambridge University Press.
- LEWIS, W. Arthur (1963), "Economic Development with Unlimited Supplies of Labour", en Theodore Morgan (coord.), en *Readings in Economic Development*, Belmont, Wadsworth, pp. 214-230.
- LITTLE, Ian; Tibor SCITOVSY y Maurice SCOTT (1975), *Industria y comercio en algunos países en desarrollo*, México, FCE.
- MEIER, Gerald M. (1995), *Leading Issues in Economic Development*, Nueva York, Oxford University Press.
- _____ y Robert E. BALDWIN (1973), *Desarrollo económico. Teoría, historia y política*, Madrid, Aguilar.
- MYRDAL, Gunnar (1959), *Teoría económica y regiones subdesarrolladas*, México, FCE.
- NELSON R., Richard y Sidney G. WINTER (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Harvard University Press.
- _____ y Howard PACK (1999), "The Asian Miracle and Modern Growth Theory", en *The Economic Journal*, vol. 109, núm. 457, pp. 416-436.

- O'DONNELL, Guillermo (1978), "Reflections on the Patterns of Change in the Bureaucratic-Authoritarian State", en *Latin American Research Review*, vol. XIII, núm. 1, pp. 3-38.
- PACK, Howard y Larry E. WESTPHAL (1986), "Industrial Strategy and Technological Change: Theory Versus Reality", en *Journal of Development Economics*, vol. 22, núm. 1, pp. 87-128.
- PINTO, Aníbal (1970), "Heterogeneidad estructural y modelo de desarrollo reciente de la América Latina", en Aníbal Pinto, *Inflación, raíces estructurales: ensayos*, México, FCE, pp. 104-140.
- POLANYI, Michael (1967), *The Tacit Dimension*, Nueva York, Doubleday/Anchor.
- RIVERA RÍOS, Miguel Á. (2010), "Teoría del desarrollo, cambio histórico y conocimiento. Un balance de enfoques analíticos y aportaciones teóricas", en *Umbrales*, núm. 21, diciembre.
- ROSENBERG, Nathan (1976), *Perspectives on Technology*, Nueva York, Cambridge University Press.
- _____ (1982), *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge, Cambridge University Press.
- ROSENSTEIN-RODAN, Paul N. (1963), "Problemas de la industrialización de Europa Oriental y Sudoriental", en Sampat Pal Singh y Amar Narain Agarwala, *La economía del subdesarrollo*, Madrid, Tecnos, pp. 207-215.
- SCHUMPETER, Joseph (1934), *The Theory of Economic Development*, Cambridge, Harvard University Press.
- SOLOW, Robert M. (1956), "A Contribution to the Theory of Economic Growth", en *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 70, núm. 1, pp. 65-94.
- SUNKEL, Osvaldo (1970), "Un ensayo de interpretación del desarrollo latinoamericano", en Osvaldo Sunkel y Pedro Paz, *El subdesarrollo latinoamericano y la teoría del desarrollo*, México, Siglo XXI, cuarta parte, pp. 270-380.
- TAVARES, Maria da Conceição (1964), "Auge y declinación del proceso de sustitución de importaciones en Brasil", en *Boletín Económico de América Latina*, vol. IX, núm. 1, pp. 1-62.
- WADE, Robert (1990), *Governing the Market. Economic Theory and the Role of Government in East Asian Industrialization*, Princeton, Princeton University Press.

- _____ (1999), *El mercado dirigido. La teoría económica y la función del gobierno en la industrialización del este de Asia*, México, FCE.
- WESTPHAL, Larry E. (1978), "The Republic of Korea's Experience with Export-Led Industrial Development", en *World Development Report*, vol. 6, núm. 3, pp. 347-382.
- YUSUF, Shahid (2009), *Development Economics through the Decades: A Critical Look at 30 Years of the World Development Report*, Washington, The World Bank.

3. Procesos económicos, desarrollo tecnológico e instituciones: el papel de la intencionalidad de los agentes*

*Félix-Fernando Muñoz***
*María Isabel Encinar***
*Nadia Fernández de Pinedo***

INTRODUCCIÓN

Los procesos económicos y el desarrollo tecnológico son productos de la acción humana, acción que es intencional, racional e interactiva. ¿Qué implica para la ciencia económica la caracterización como intencional, racional e interactiva de la acción? En general, la ciencia económica procede en sus teorías y modelos bajo el supuesto de que las metas, objetivos o fines de los agentes (individuos u organizaciones) están dados, en el sentido de Robbins (1932). De tal forma, se ha llegado a definir la economía como la ciencia de los medios (Mises, 1949). Ahora bien, la acción supone no sólo elegir los medios más adecuados para alcanzar los objetivos propuestos, sino que supone también, muy habitualmente, tener que elegir entre objetivos (Bratman, 1987[1999]), reordenarlos e incluso “inventarlos”. Así, la teoría económica ha de enfrentarse al hecho constatable empíricamente del surgimiento de nuevos objetivos de acción de los agentes, la reordenación jerárquica de los existentes, la eliminación eventual de algunos, las inconsistencias entre objetivos, etcétera (Sen, 1993; Encinar, 2002).

* Este trabajo está basado en el texto titulado “Intencionalidad y confianza: el papel de las instituciones en el desarrollo, selección y aplicación de nuevas tecnologías”, presentado en el marco del Seminario Internacional Desarrollo Económico y Cambio Tecnológico. Teoría, marco global e implicaciones para México, celebrado en la ciudad de México del 27 al 29 de mayo de 2013.

** Departamento de Análisis Económico: Teoría Económica e Historia Económica, Universidad Autónoma de Madrid (felix.munoz@uam.es, maribel.encinar@uam.es, nadia.pinedo@uam.es).

La aparición de nuevos objetivos implica procesos de aprendizaje que van más allá de la mera adquisición y organización del conocimiento;¹ además, estos procesos de aprendizaje son la base del desarrollo económico: el hecho de que aparezcan nuevos objetivos o se modifiquen las jerarquías de los mismos implica de suyo nuevos medios (muchos de los cuales han de ser *inventados*) para alcanzar las nuevas metas que se proponen los agentes.

El papel de la intencionalidad de los agentes se revela aquí central para explicar la dinámica de los sistemas complejos de interacción de agentes, como es el caso del sistema económico. La intencionalidad de los agentes vincula estructural y temporalmente las acciones de los agentes a objetivos, dotando a estas acciones de sentido o racionalidad. Además, dado el carácter dinámico y proyectivo de las dinámicas de acción vinculadas a intenciones, el surgimiento de nuevos objetivos y sus modificaciones implica ensayar nuevas conexiones (nuevas combinaciones) en un sistema, activando el desarrollo de capacidades (Cañibano *et al.*, 2006a) y, por lo tanto, generando nuevo conocimiento. Alinear, compatibilizar, reordenar e incluso inventar objetivos (Cañibano *et al.*, 2006b) es fuente de novedad y por consiguiente es en última instancia fuente de genuino dinamismo en los procesos económicos (Muñoz *et al.*, 2011). Esta dinámica de intencionalidad que actúa en todos los sistemas de interacción humana (de despliegue de acción) es especialmente evidente en el caso del desarrollo de la tecnología, como ha mostrado Brian Arthur en diversos trabajos.²

El hecho de que la intencionalidad sea la base de la racionalidad o sentido de la acción —porque vincula de modo necesario y ordenado acciones a objetivos— es, además, condición necesaria para la emergencia de novedades, fuente de complejidad de los fenómenos socioeconómicos: está en el origen de la evolución entendida como

¹ Según Brian Loasby (1999), el problema económico es un problema de organización del conocimiento. En este trabajo, argumentaremos que *no sólo* es un problema de conocimiento.

² Si bien Arthur no emplea explícitamente el término *intentionality* sino *purpose*. Véase especialmente Arthur (2007, 2009). Asimismo, el desarrollo tecnológico comparte con el proceso económico otros caracteres que los hace comparables en algún sentido: los sistemas económicos y tecnológicos son sistemas complejos adaptativos abiertos que evolucionan en el tiempo.

transformación cualitativa (cambio estructural) de un sistema complejo. Esto, a su vez, es causa de incertidumbre radical (en el sentido de Knight, 1921), generándose de nuevo un problema de conocimiento (Loasby, 1999; Hayek, 1937). La intencionalidad genera cambio permanente, flujo; pero para tratar con la incertidumbre radical se necesitan elementos estabilizadores, reglas de funcionamiento: instituciones, estándares y rutinas que hagan predecible y permitan la coordinación de la actividad humana.

Esta incertidumbre radical que rodea los procesos de desenvolvimiento de la acción humana en sociedad —lo cual incluye los procesos económicos y el desarrollo tecnológico— es también un elemento central, que es consecuencia pero también causa de los arreglos institucionales, desarrollo de estándares tecnológicos, etcétera. Por supuesto, puede suceder perfectamente, y de hecho sucede con bastante más frecuencia de lo que pueda pensarse, que esos arreglos institucionales y desarrollos tecnológicos terminen lastrando en el mediano y largo plazo el dinamismo del sistema.

En resumen, los procesos económicos y el desarrollo tecnológico son productos de la acción humana; acción humana que es intencional, racional e interactiva. El objetivo de este capítulo es mostrar que los procesos económicos y el desarrollo tecnológico incorporan, por su propia naturaleza y como notas centrales, la intencionalidad de los agentes y la necesidad de marcos relativamente estables (instituciones y dominios tecnológicos) para favorecer su desenvolvimiento progresivo.

La estructura del capítulo es la siguiente. En la sección segunda expondremos que, por su propia naturaleza, la tecnología y los procesos económicos comparten elementos comunes bajo la perspectiva de la economía como un sistema evolutivo adaptativo, complejo y abierto.³ Para esto nos apoyaremos en la aproximación evolutiva de los procesos de cambio económico desarrollada por Dopfer y Potts.⁴ En este marco general evolutivo localizaremos el lugar analítico de intencionalidad y veremos cómo la dinámica de despliegue interac-

³ Es un sistema abierto porque toma su impulso desde fuera, desde la intencionalidad de los agentes.

⁴ Especialmente Dopfer y Potts (2004, 2008, 2009).

tivo de planes de acción de los agentes que incorporan intenciones es fuente de dinamismo, capaz de generar nuevas conexiones (combinaciones) en el sistema.⁵

En la sección tercera introduciremos el papel de las instituciones como mecanismo de estabilización de los sistemas en relación con los procesos económicos y, eventualmente, el desarrollo tecnológico. Para esto nos serviremos del marco analítico expuesto en la sección anterior. A continuación se introduce el concepto de intencionalidad innovadora para explicar cómo las dinámicas de objetivos y, particularmente, determinados tipos de intencionalidad, impulsan o frenan el desarrollo tecnológico y económico. Este argumento se ilustra con algunos ejemplos históricos en los que un determinado despliegue de intencionalidad ha actuado como palanca o freno del desarrollo económico y social, ejemplos que se expondrán en la sección cuarta. Terminamos con unas breves conclusiones.

NATURALEZA EVOLUTIVA, COMPLEJA E INTENCIONAL DE LOS PROCESOS ECONÓMICOS Y DE LA TECNOLOGÍA

Para tratar el tema que nos ocupa adoptaremos una perspectiva teórico-económica muy especial: consideramos la economía como un sistema evolutivo adaptativo, complejo y abierto. En esta sección se desarrollará brevemente qué significa adoptar esta perspectiva.

Complejidad

La primera cuestión que se debe aclarar es lo que entenderemos en este trabajo por complejidad y por evolución, dos términos íntimamente vinculados entre sí.⁶ Esto constituye un problema en sí mismo

⁵ Un ejemplo de esto, vinculado a la emergencia y transformación de sistemas de innovación, es Muñoz y Encinar (2014a).

⁶ Aunque el tema no es nuevo, como es manifiesto en el caso de la economía austriaca (Rosser, 2012), existe una amplia literatura reciente que vincula de forma natural e incluso formal ambos conceptos. Véase Anderson *et al.* (1988); Antonelli (2011); Blume y Durlauf (2006); Dodgson *et al.* (2011); Dopfer (2011); Foster y Hölzl (2004); Miller y Page (2007), y Rosser (2004), por citar tan sólo algunos ejemplos.

porque no hay una definición única, ni mucho menos generalmente aceptada, de ambos términos. Solamente del término “complejidad”, Horgan (1997) recoge más de 45 definiciones según el ámbito específico en el que se aplica. Otro tanto podría decirse de evolución en economía, especialmente en el campo de la economía evolutiva (*evolutionary economics*), donde la teoría evolutiva o evolucionista tiene diversos empleos: como metáfora, analogía e incluso metodología más o menos biologicista, darwinista (en sentido reducido, dualismo, o universal, monismo metodológico), entre diferentes usos —heurístico, ontológico o metodológico.⁷

Por tanto, complejidad es muy difícil de definir, o como decimos, existen demasiadas definiciones del término según los diferentes campos. En ausencia de una definición de complejidad generalmente aceptada, optamos por la aproximación que emplea el Instituto de Santa Fe⁸ y que puede caracterizarse con una lista de propiedades comunes a los sistemas complejos:⁹

- Los sistemas complejos emergen a partir de interacciones no lineales entre sus componentes (interacciones que además operan a diferentes niveles).
- No presuponen un mecanismo de control centralizado.
- Generan comportamientos emergentes entre los que destacan: la formación de organizaciones jerárquicas, de redes (*networks*), el procesamiento de información, la dinámica del sistema y la evolución y el aprendizaje.

Suele distinguirse además entre complejidad desorganizada y complejidad organizada (Antonelli, 2011:4): en el caso de la primera las interacciones locales tienden a compensarse unas con otras (como en

⁷ Véase especialmente Witt (2004). También, con una guía a la literatura evolutiva, véase Witt (2008). Una versión más próxima a la que emplearemos en este trabajo es Dopfer (2005).

⁸ Santa Fe Institute (SFI), en <<http://www.santafe.edu/>>.

⁹ Esta forma de “definir” no es excepcional en economía: el caso más conspicuo es la definición del dinero por sus funciones. Por otro lado, hay que notar que generalmente *complejidad* es un término que va asociado a *sistemas*, vg. sistemas complejos.

el comportamiento de un gas), mientras que en el caso de las últimas, las interacciones no son independientes y los procesos de retroalimentación son fundamentales.¹⁰ En el caso de los sistemas complejos organizados el número de variables que caracterizan al sistema es relativamente moderado, con fuertes interacciones no lineales entre sus componentes, y se presentan fundamentalmente en los ámbitos de la biología y de las ciencias sociales. Una economía es un ejemplo de sistema complejo organizado en el que las redes de interacciones (vinculaciones/conexiones) son fundamentales y en el que los componentes (elementos) más simples o agentes, son simples en relación con el sistema considerado como un todo.¹¹ Los agentes económicos (personas y organizaciones de personas) interactúan en sistemas económicos que son de naturaleza evolutiva y compleja.¹² En este tipo de sistemas la emergencia de propiedades no se deriva directamente del comportamiento individual de los agentes sino de la interacción (en diferentes niveles) entre los mismos; *emergencia* es una propiedad clave que hace que, efectivamente, sean sistemas complejos (Harper y Endres, 2012).

Evolución

Si la definición de complejidad presenta dificultades, otro tanto ocurre con la de evolución. Dependiendo de los autores pueden encontrarse muy diferentes aproximaciones.¹³ En cualquier caso, a nuestro juicio existen al menos dos proposiciones fundamentales que subyacen en

¹⁰ En el caso de retroalimentaciones negativas, los sistemas absorben la inestabilidad estabilizándose, mientras que en el caso de las positivas se amplifican y generan estructuralmente inestabilidad —caso de los sistemas socioeconómicos.

¹¹ Un ejemplo de esto es Kirman (1997).

¹² Véase Anderson *et al.* (1988) y Blume y Durlauf (2006). En las últimas décadas ha aparecido una vasta literatura que considera la economía como un sistema complejo. Una amplia parte de la economía evolutiva y de los sistemas de innovación ha adoptado este enfoque. Véanse Witt (2003) y Antonelli (2011).

¹³ Para una panorámica general del paradigma evolutivo en economía, véanse Witt (2008) y Silva y Teixeira (2009). Sobre el uso del término evolución en economía y en biología, véase Witt (2006). También es útil en una perspectiva más histórica: Hodgson (1993).

el marco analítico evolutivo: 1) que el sistema económico es un sistema complejo adaptativo abierto,¹⁴ y 2) que el comportamiento esencial de este sistema es el cambio endógeno y la autotransformación en tiempo histórico (Potts, 2000a).

Ciertamente, puede considerarse que la economía evolutiva es tanto una parte de la corriente principal (*mainstream*) de la economía teórica, como una escuela de pensamiento heterodoxo inspirada en la biología evolucionista.¹⁵ En línea con la corriente principal de economía, la economía evolutiva se interesa por la interdependencia compleja, la competencia, el crecimiento, el cambio estructural y la escasez de recursos. Pero difiere de esta corriente principal en las aproximaciones que emplea para estudiar estos temas. Así, la economía evolutiva trata del estudio de los procesos de transformación de la economía —en el caso de las empresas, instituciones, industrias, empleo, producción, crecimiento, etcétera—, a partir de las acciones de los diversos agentes que interactúan en un sistema empleando una metodología evolutiva.

El especial énfasis que la economía evolutiva pone en los procesos de cambio y autotransformación (*self-transformation*) o autoorganización (Rubio de Urquía, 2003) de los sistemas económicos en tiempo real-histórico,¹⁶ implicada por la constante emergencia y diseminación de novedades —por la dinámica de transformación endógena cualitativa de los sistemas—, es su nota esencial. Esta *magna dinámica* (parafraseando a Schumpeter) se fundamenta en el despliegue coevolutivo de procesos que no descansan,¹⁷ es decir, no alcanzan posición alguna de equilibrio, en un sentido estático o cuasi estático, del tipo estado estacionario y vienen gobernados por una lógica de des-

¹⁴ Para una definición del término *complex adaptive system*, véase Foster (2005). Abierto quiere decir que absorbe energía (o materia) del exterior del sistema; en nuestro caso, la intencionalidad de los agentes será una de las principales “fuentes de energía” del exterior del sistema.

¹⁵ Es decir, que emplea una metáfora o una analogía biológica en contraposición con la analogía mecanicista de la economía neoclásica (Mirowski, 1989).

¹⁶ Por contraposición con el tiempo analítico mecanicista (véase Shackle, 1977). Una exposición relativamente vulgarizada de autoorganización es Krugman (1996).

¹⁷ Metcalfe (2004), para referirse a los procesos propios de despliegue dinámico de las economías capitalistas, ha acuñado el expresivo término de *restless capitalism*.

equilibrio continuamente retroalimentada por la empresarialidad de los agentes.¹⁸

El modo de razonar de la corriente principal de economía neoclásica parte de los postulados de escasez y racionalidad de los agentes (que son modelizados como maximizadores de su bienestar individual, aproximado por la utilidad o, indirectamente, en su caso, por el beneficio), entendiendo por “elección racional” de un agente un ejercicio de optimización matemática. Para que tales operaciones puedan ser aplicadas con todas sus implicaciones (hasta obtener óptimos de Pareto), la economía de la corriente principal debe asumir: estabilidad de las preferencias y de las tecnologías e instituciones, capacidad casi ilimitada de obtención y procesamiento de información (sin coste), etcétera.¹⁹ La economía evolutiva, por su parte, no asume las características de los objetos de elección ni de los sujetos de elección como algo dado o fijo. Al contrario; su interés se centra en procesos de (continuo) desequilibrio²⁰ que transforman la economía desde dentro, así como sus implicaciones. Los procesos, a su vez, emergen de los despliegues interactivos de las acciones de los agentes heterogéneos (con diferentes preferencias, información, etcétera) con racionalidad limitada (en el sentido de Simon, 1955 y 1983), los cuales pueden aprender a partir de la experiencia y de las interacciones, y cuyas diferencias contribuyen al cambio.

¹⁸ Uno de estos procesos es la constante modificación que experimenta la base de conocimiento de una economía como consecuencia del despliegue de otros procesos coevolutivos, como son los procesos de aprendizaje o adquisición de conocimiento, desarrollo de redes, etcétera. Sobre el concepto de coevolución y su aplicación al estudio del desarrollo de industrias, véase por ejemplo Malerba (2006).

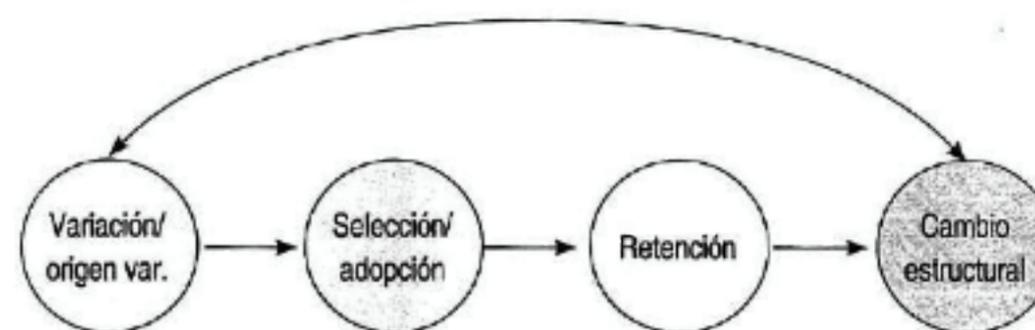
¹⁹ Resulta evidente que estamos caricaturizando el caso más extremo de la corriente principal: el modelo neoclásico en su versión más pura. Muchos economistas han tratado de salir del estrechísimo marco que imponen las hipótesis necesarias para aplicar el cálculo económico en su versión más matemática. Éste es el caso de la economía del comportamiento en general; sin embargo, en nuestra opinión no se trata más que de desviaciones locales (relajamientos parciales) de las principales hipótesis. Véase, por ejemplo, el caso de la economía de la información: Akerlof (2001) y Stiglitz (2000, 2002).

²⁰ Este tipo de procesos poseen características y principios propios. Un ejemplo de un principio económico de desequilibrio es la causalidad circular y acumulativa. Sobre los conceptos de equilibrio y desequilibrio en economía, véase Tieben (2012), especialmente el capítulo 15.

Sobre los presupuestos de heterogeneidad de los agentes, racionalidad limitada, tiempo histórico que implica la existencia de incertidumbre radical en el sentido de Knight (1921), interacción, entre otros, la economía evolutiva aplica una metodología inspirada en la hipótesis de la selección de Darwin, la cual puede expresarse muy esquemáticamente como un mecanismo dado que, a partir de una variedad o característica determinada, diseminada en una población de agentes que la portan, selecciona aquellas que se adaptan mejor (en algún sentido) al estado de cosas que resulta de la interacción de esos agentes —y que puede referirse incluso a la dinámica de un ecosistema completo. Estas características, aplicadas al caso de una economía, pueden referirse a una pauta (rutina, hábito, regla) de comportamiento, a una característica tecnológica o al tipo de preferencias; el mecanismo de selección suele referirse a la competencia de mercado.

La figura 1, inspirada en Foster y Metcalfe (2001), muestra muy simplificadamente esta secuencia dinámica. En esta figura se distinguen tres etapas características de un proceso evolutivo:

Figura 1
Esquema básico de un proceso evolutivo



a) Variación (o generación de variedad). En esta primera se genera la variedad de una determinada característica sobre la que va a operar la selección. Vinculado a esta etapa es donde se produce la decisión teórica más importante en la modelización evolutiva y que hace referencia a cuáles sean las unidades de selección (la variedad) que se consideran objeto de selección. También es propio de esta etapa, aunque no sólo, la forma de pensamiento

en términos de poblaciones (*population thinking*) típico de la aproximación evolutiva.

- b) Selección. Sobre la variedad opera un proceso de selección. Por ejemplo, sobre las diferentes empresas que operan en un sector o industria determinada, la selección se produce a partir de la competencia por obtener o conservar una determinada cuota de mercado.²¹
- c) Retención. Como consecuencia del proceso de selección se retiene aquella característica o unidad que mejor se adapta en algún sentido al nuevo entorno. Por ejemplo, volviendo al caso de la economía, se retienen aquellas formas organizativas (empresas) que se han mostrado más eficientes (por ejemplo con mayor productividad) en el proceso de competencia por una cuota de mercado (selección).

El resultado de este proceso es el cambio estructural. Desde el punto de vista evolutivo, el interés principal es explicar el cambio cualitativo, no sólo el cuantitativo. De algún modo, este cambio cualitativo renueva la variedad sobre la que operan de nuevo los procesos de selección, retención, etcétera.

Cualesquiera sean las unidades de selección (o características entre las que se selecciona) y las fuentes que constantemente alimentan el proceso de selección-retención —es decir, la explicación causal de la renovación de la variedad—, resulta clave en el análisis evolutivo. Así, dependiendo del problema específico que se ha querido estudiar, unidades propuestas han sido las rutinas de comportamiento de los agentes (Nelson y Winter, 1982), las instituciones (North, 2005; Hodgson, 1993, 2004), el conocimiento y las capacidades (Boulding, 1981; Hayek, 1937, 1945; Loasby, 1999, 2001), las tecnologías (Arthur, 2007) y, en un sentido más abstracto, las conexiones (Potts, 2000b:57). En otro lugar hemos propuesto que son los planes de acción de los agentes los que son seleccionados (Muñoz *et al.*, 2011). En cualquier caso, es el mecanismo de regeneración de variedad un asunto de la mayor

²¹ Para el proceso de selección, algunos modelos evolutivos formales emplean un esquema de replicador o ecuación de Fisher (modelos matemáticos). Véase en este sentido: Price (1972), Metcalfe (1998) y Andersen (2004).

transcendencia, el cual, si no se considera explícitamente, puede originar indeseables paradojas teóricas.²²

REGLAS GENÉRICAS Y EVOLUCIÓN: EL MESONIVEL

Finalmente, y para terminar con este breve excursus por la economía evolutiva, introduciremos una interesante distinción que permite entender aún mejor la naturaleza de la economía evolutiva y su relación con el tipo habitual de análisis en economía. Se trata de una distinción entre niveles analíticos: de acuerdo con su naturaleza, la economía evolutiva despliega el análisis en un nivel analítico genérico y no puramente operacional.²³

Esta diferenciación queda claramente expuesta por la teoría neoclásica de la producción. En esta teoría, el conocimiento y las instituciones se mantienen invariantes; los precios de mercado funcionan como sistema de señales que permiten coordinar la actividad económica. Los agentes económicos (consumidores y productores) realizan sus elecciones según los incentivos que marcan los precios, sujetos a sus preferencias (también estables) y restricciones (presupuestaria, temporal o de información). En el *nivel genérico* de análisis nos centramos en un nivel distinto de orden económico: la base de conocimiento subyacente y el sistema de hábitos, rutinas e instituciones. Podemos referirnos a estos sistemas como el conjunto de “reglas genéricas”, definidas como procedimientos para la ejecución de *operaciones* económicas; esto es, las transacciones y transformaciones de los recursos.

Una regla genérica es un procedimiento deductivo que informa sobre cómo deben ejecutarse las operaciones económicas: especifica qué hacer y cómo combinar cosas: es este conocimiento, junto con los

²² Un ejemplo de esto es lo que hemos dado en llamar paradoja de Schumpeter (Encinar y Muñoz, 2006). Lo que este autor desea explicar, la generación endógena de novedades, cae fuera del dominio de definición de su teoría.

²³ Este análisis genérico no es incompatible con el operacional, ni mucho menos. Sin embargo lo matiza de una forma muy especial, en cuanto a la economía evolutiva, sólo le interesa el análisis operacional dinámico de procesos, no los puramente estáticos.

Tabla 1
Análisis económico operacional y genérico

Nivel analítico	Aplicación	Procesos	Problema económico	Modo analítico	Marco analítico
Análisis operacional	Recursos escasos, elección racional.	Transacciones y transformaciones.	Asignación de recursos escasos.	Equilibrio.	Economía neoclásica.
Análisis genérico	Reglas genéricas, elección "genérica".	Origen, adopción, retención.	Coordinación y cambio de reglas.	Complejidad, evolución.	Economía evolutiva.

FUENTE: Dopfer y Potts (2009:24).

recursos disponibles, el que produce valor.²⁴ Dichas reglas son acarreadas por portadores (*carriers*) de las mismas, lo cual incluye tanto agentes (personas) y agencias —portadores social y técnicamente organizados, tales como empresas, hogares o microrredes (Dopfer, 2004, 2005). No obstante, a diferencia de lo que sucede con las capacidades genéticas innatas, todas las reglas que porta un agente tienen que ser adquiridas.²⁵ Puede afirmarse, desde esta perspectiva y con carácter general, que el orden económico en el nivel genérico está "hecho de reglas".

Cada vez que se produce una novedad en el conjunto de reglas, bien como consecuencia de una novedad introducida conscientemente

²⁴ Es por esta última razón por lo que, como veremos más adelante, todo el problema económico puede examinarse bajo el prisma de un problema de organización-producción, difusión y uso de conocimiento. Por otra parte, existen dos tipos fundamentales de reglas genéricas según Dopfer y Potts: las reglas subjetivas (*subject rules*), para organizar los pensamientos (reglas cognitivas) y las acciones (reglas de comportamiento), y las reglas objetivas (*object rules*), para organizar a las personas (reglas sociales) y las cosas (reglas técnicas).

²⁵ Esto constituye una diferencia esencial con el evolucionismo estrictamente biológico y sus aplicaciones monistas al ámbito de otras ciencias. Véase especialmente Loasby (2002). Una crítica clásica al abuso de la analogía biologicista en economía es Penrose (1952).

por un agente o portador, o como consecuencia de la interacción entre agentes (y reglas), se produce una descoordinación con respecto al estado anterior del sistema. De hecho, puede entenderse una novedad como una nueva combinación de elementos existentes. Además, la introducción de nuevas combinaciones en el sistema, como consecuencia de acciones deliberadas, constituye un acto de empresarialidad. Sin embargo, debido a la naturaleza adaptativa del sistema económico, esta situación de desequilibrio pone en marcha procesos de reordenación genérica y de cambio cualitativo, a la que nos referiremos como evolución económica.

Es importante destacar que este proceso que se produce en el nivel genérico, causa nuevas condiciones que modulan el cambio operacional en los sistemas económicos —por ejemplo, nuevas oportunidades de elección, diferentes conjuntos de producción, etcétera. De este modo, el cambio genérico y operacional interactúa a través de un proceso de autoorganización que se refuerza: las reglas genéricas cambian (surge, por ejemplo, una nueva regla genérica) causando un cambio operacional (nuevas actividades), lo cual, por su parte, produce cambios en los precios relativos dando lugar a nuevas estructuras de incentivos, los que finalmente inducen cambios genéricos adicionales.²⁶ Es más, este proceso se encuentra sujeto tanto a una deriva genérica como operacional, debido a variaciones que pueden ser aleatorias, pero también *intencionales*, en el conocimiento o en los recursos.

A partir del concepto de regla genérica, pueden establecerse cuatro pilares fundamentales de la teoría evolutiva: 1) la mente, 2) las reglas, 3) los portadores de las reglas y 4) las trayectorias de las reglas. El primer pilar hace referencia a que es la mente, el cerebro humano, el lugar primigenio dentro del sistema económico en su conjunto donde se originan, adoptan y retienen las reglas (Hayek, 1952; Fuster, 2003, 2008).²⁷ Retrotraer el análisis hasta el nivel del cerebro humano da lugar a un agente económico más realista que el de los modelos de la

²⁶ Esto es un ejemplo de causalidad circular y reforzada.

²⁷ Veremos un poco más adelante que, en nuestro enfoque más específico, es en el cerebro humano donde se originan los planes de los agentes dotados de intencionalidad.

economía más convencional, y permite considerar un agente económico evolutivo que además de diferenciarse en sus capacidades genéticas —mismas que le dotan de diferentes capacidades cognitivas e incluso condicionan sus preferencias— posee reglas genéricas adquiridas culturalmente.

Las reglas permiten a sus portadores dirigir sus operaciones sobre los recursos para crear valor. Esto puede tener lugar de diversos modos: incorporados en bienes de capital, socialmente en forma de redes, o bien, internamente en forma de hábitos de acción y rutinas mentales. Es más, puede haber muchos portadores de cada regla, lo que da lugar a la formación de poblaciones de reglas. La regla genérica y su población de portadores de la misma forman, según esta aproximación, la unidad analítica de la economía evolutiva: la *mesounidad*.

La estructura de la base de conocimiento es una estructura formada por mesounidades. En el dominio social, una mesounidad estable a lo largo del tiempo es una *institución*. En el dominio de los fenómenos físico-naturales una mesounidad estable a lo largo del tiempo es una *tecnología*. Puede examinarse la evolución económica como el proceso de cambio en la mesoestructura a través de una *mesotrayectoria*. Una mesounidad está constituida, por tanto, por la "población de portadores" de una regla genérica. Esta idea será fundamental cuando tratemos más adelante en la sección tercera la relación entre tecnología e instituciones.

Finalmente, una mesotrayectoria es el proceso por el cual esta mesounidad emerge, se forma y estabiliza: un proceso también de tres fases denominado trayectoria de una regla.

En el nivel micro, una *microtrayectoria* es el proceso por el cual una nueva idea, o regla genérica es: 1) originada, ya sea fruto de la creatividad o por acceso a la regla por algún procedimiento; 2) adoptada, gracias a un proceso de aprendizaje, y 3) retenida, por habituación, e incorporada en la operación de las rutinas. En la medida en que esa microtrayectoria tiene lugar en múltiples portadores (por ejemplo agentes o empresas), la meso unidad emerge por medio de una *mesotrayectoria* en tres fases: 1) la emergencia de la mesounidad, abierta como un acto de empresarialidad; 2) la adopción de la regla por una población de portadores, como una fase de difusión (que a menudo

adopta una forma logística), y 3) la fase de retención, donde la población de la regla se estabiliza en la forma de una institución.

Por fin, en el nivel macro tenemos la *macrotrayectoria*, la cual consiste en una primera fase de *descoordinación*, correspondiente a la ruptura causada (a otras meso unidades) por originar una nueva mesounidad; en segundo lugar, una fase de *recoordinación*, correspondiente a la adaptación y ajuste de otras mesounidades (a través de la meso-2, fase de adopción), y en tercer lugar, la subsiguiente fase de incorporación en la macrobase de conocimiento, esto es, en el orden económico.

Intencionalidad en los procesos económicos

En el ámbito de las ciencias sociales, la psicología, neurociencia, inteligencia artificial, teoría de la acción y de la mente, el concepto de intencionalidad cada vez adquiere mayor presencia.²⁸ La intencionalidad es un estado mental que se sitúa en el nivel de otros estados, deseos y creencias²⁹ (*beliefs*), el cual se relaciona de un modo especial y se integra en planes de acción más generales. De este modo, la intencionalidad de la acción incorpora en los planes *proactitudes* que controlan la acción del agente, impone sobre ésta cierta inercia, sirve como *input* para el razonamiento práctico y, en la medida en que hay intenciones más generales y otras subordinadas (más específicas), las generales (que ocupan un rango jerárquico superior) filtran y condicionan las diferentes opciones o cursos de acción admisibles para los agentes, dadas unas creencias y deseos de los agentes.³⁰ Se trata de

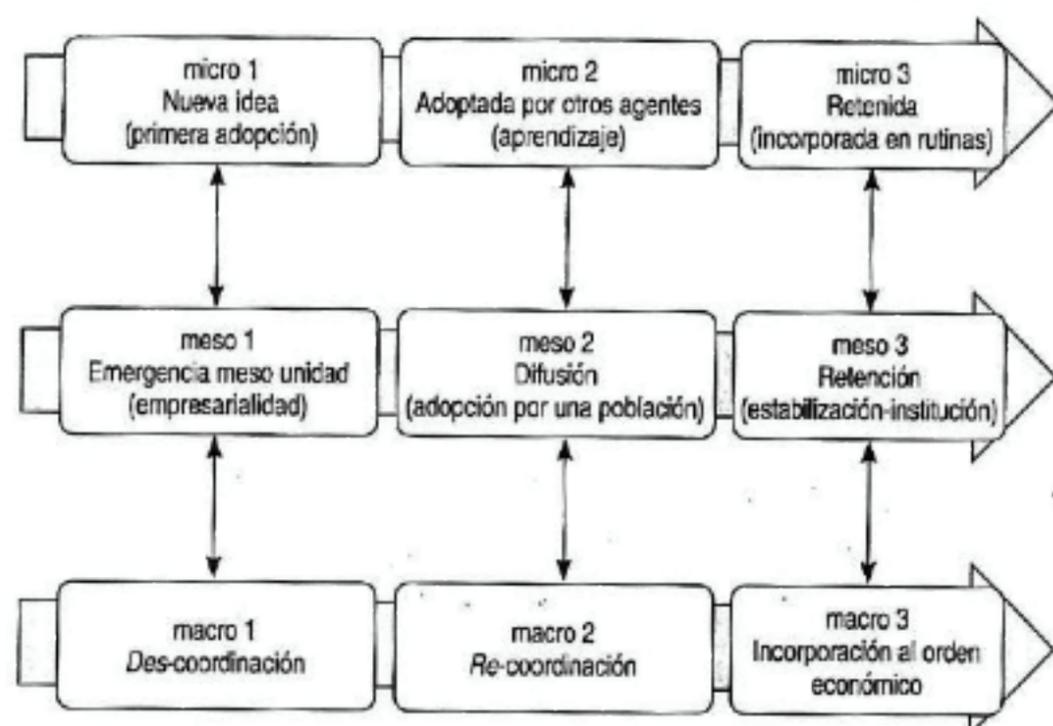
²⁸ Esto puede comprobarse fácilmente mediante un simple conteo de este término en los títulos o resúmenes de artículos referenciados en ISI-Thompson o Scopus.

²⁹ Aunque en las teorías más convencionales de la acción (al menos en el ámbito anglosajón) no se hacen especiales distinciones, podemos afinar entre ambos: los deseos pueden hacer referencia a preferencias, valores éticos, etcétera; mientras que las creencias pueden referirse tanto a actos de fe como a la adopción de representaciones teórico-técnicas ("científicas") de la realidad a las que un agente se adhiere de forma fiduciaria. El concepto de ensamblaje personal de Rubio de Urquía (2005) es más general y apto, a nuestro entender, pero para el propósito de este trabajo es suficiente con la distinción adoptada.

³⁰ Un ejemplo: mi intención (general) de hacer un doctorado en el MIT filtra otras intenciones que quedan filtradas por y subordinadas a ésta: aplicar a esa universidad

Figura 2

Representación esquemática de micro, meso y macro niveles y trayectorias



NOTA: las flechas horizontales representan la evolución a lo largo del tiempo y las flechas (bidireccionales) entre niveles las posibles interacciones entre procesos que operan en esos diferentes niveles. Obsérvese que el esquema evolutivo representado en la figura 1 se aplica en los niveles micro y meso.

FUENTE: basado en Dopfer *et al.* (2004).

un concepto dinámico de la acción futura proyectada y que además permite profundizar en una teoría del agente (de la agencia) a partir del concepto de plan de acción.³¹

Parecería natural que una teoría dinámica de la acción económica que trata de planes (vinculaciones entre medios/acciones y fines/objetivos) incorporase este concepto de intencionalidad. Sin embargo, es mucho más difícil encontrar la conexión entre “intencionalidad” y “economía”. De hecho, algunos economistas incluso celebran que “intencionalidad”, y otros términos similares de la “psicología po-

en particular, buscar los fondos para financiar mi estancia, desplazarme por los medios apropiados y en fecha, etcétera.

³¹ Para un desarrollo completo de este tema, véase especialmente Bratman (1999 [1983]) y, en relación con la agencia Bratman (1999). También Scarle (1983, 2001).

pular”, tiendan a desaparecer en economía (Hands, 2001). No obstante, en los últimos años el debate sobre el carácter y el papel de la acción intencional y de la intencionalidad como elementos que animan la acción y el conocimiento se ha revitalizado, al menos entre los economistas evolutivos.³² El hecho es que en la situación actual hay economistas que, partiendo de muy diversas aproximaciones teóricas a los procesos de cambio estructural, han notado la necesidad de asociar el sentido y el despliegue de la acción económica con intencionalidad.³³

En efecto, para que los procesos de generación de nuevas combinaciones, re-coordinación genérica y de cambio cualitativo —a los que nos hemos referido como evolución económica— sucedan, es condición suficiente la aparición de una novedad en el conjunto de reglas, ya sea como consecuencia de una novedad introducida consciente e intencionalmente por un agente, o bien, como consecuencia de la interacción entre agentes (y reglas) —consecuencia no esperada.

Estos procesos, ubicados en el nivel genérico, podrían deberse a variaciones aleatorias pero, sobre todo, a variaciones en el conocimiento o por causas puramente intencionales. Allí donde ni el azar ni la necesidad son explicación (Hayek, 1988), se manifiesta con toda claridad la intencionalidad como catalizador del cambio socioeconómico, dando lugar, por ejemplo, a nuevas oportunidades de elección o a diferentes conjuntos de producción. Como se ha dicho, la introducción de nuevas combinaciones en el sistema como consecuencia de acciones deliberadas e intencionales constituye la esencia misma de empresarialidad (Loasby, 2005).

Se trata ahora de localizar el lugar analítico de intencionalidad al objeto, de mostrar cómo la dinámica de despliegue interactivo de planes de acción de los agentes (planes que incorporan intención) es fuente de dinamismo y, en esencia, de complejidad, capaces por tanto de generar nuevas conexiones (combinaciones) en el sistema. Para esto par-

³² Véase el debate entre partidarios y detractores de dar un papel analítico a este concepto en Hodgson y Knudsen (2007); Hodgson y Knudsen (2011); Levit, Hossfeld y Witt (2011); Nelson (2007); Vanberg (2006); Witt (2006), y Muñoz *et al.* (2011).

³³ Algunos ejemplos son Antonelli (2011); Muñoz *et al.* (2011); Rubio de Urquía (2003); Levit *et al.* (2011), y Wagner (2012), entre otros muchos.

timos del marco general evolutivo expuesto previamente. Consideremos de nuevo el concepto de regla genérica como procedimiento deductivo que informa cómo deben ejecutarse las operaciones económicas; se ha dicho asimismo que cada vez que se produce una novedad en el conjunto de reglas, se produce una descoordinación con respecto al estado anterior del sistema. La naturaleza adaptativa del sistema económico pone en marcha procesos de reordenación genérica y de cambio cualitativo, referidos como evolución económica. Las reglas genéricas, en tanto base del orden económico, son vehículos de conocimiento (qué hacer, cómo combinar cosas y, en esencia, cómo producir valor). Estas reglas, portadas por agentes (y agencias) en un ámbito de interacción social, no son innatas sino generadas y adquiridas. Así, la acción personal intencional se encuentra en el fundamento de la producción de novedad en las reglas genéricas antes indicada y por esto se halla en el fundamento del carácter complejo de los procesos económicos. Esta idea resulta crucial: “la novedad depende principalmente, aunque no únicamente, de la intencionalidad objetiva de los agentes” (Muñoz y Encinar, 2014b). Y esto con independencia de que la interacción de esas dinámicas intencionales den lugar a algo no previsto. Son las acciones intencionales de los agentes las que dan lugar a procesos autoorganizados de cambio continuo. Para que el desequilibrio desencadenante de procesos de reordenación genérica y de cambio cualitativo explicativo de cambio socioeconómico suceda, deben darse nuevas combinaciones en el sistema como consecuencia, eminentemente, de acciones deliberadas de los agentes.

En definitiva, un orden espontáneo (el orden económico, por ejemplo), aun siendo no intencional, es dependiente de la intención de los agentes; esto aunque lo que suceda no sea necesariamente lo buscado. La intencionalidad es esencial en el proceso económico, más allá de su resultado concreto en términos de *acción real*. Así, que las acciones finales reales sean diferentes de lo buscado intencionalmente en el momento en que fueron acciones proyectadas no significa que la intencionalidad no esté presente en la estructura analítica de la acción de los agentes, alimentando el cambio o novedad en las reglas genéricas. Se sitúa de este modo analíticamente el elemento intencional en el marco conceptual previo. El proceso de cambio intencional (sobre

todo, aunque también hay, como se ha dicho, variaciones aleatorias en el nivel genérico que originen nuevas reglas) *causa* nuevas condiciones que modulan el cambio operacional en los sistemas económicos —por ejemplo, nuevas oportunidades de elección, diferentes conjuntos de producción, etcétera, de manera que el cambio genérico y operacional interactúan a través de un proceso de autoorganización que se refuerza: las reglas genéricas cambian continuamente.

Intencionalidad innovadora

El estudio de la acción humana en interacción, junto con sus productos históricos, ha de ser abordado teniendo presente como elemento explicativo sustantivo el papel que juega el futuro imaginado en forma de fines concebidos por los agentes. Resulta clave analizar el papel desempeñado por la intención de los agentes y de las organizaciones para avanzar hacia objetivos transformadores, impulsando la innovación y el crecimiento técnico. La intención de las organizaciones y las personas de transformar la realidad, o de encaminar sus acciones hacia fines transformadores, juega un papel esencial en la explicación de la emergencia y desarrollo de los procesos de cambio económico y social.

El concepto de intencionalidad aplicado a la explicación de la innovación permite aclarar cómo las dinámicas de objetivos, y más en particular determinados tipos de intencionalidad, impulsan o frenan el desarrollo tecnológico y económico. A este tipo de intencionalidad lo hemos denominado intencionalidad innovadora (Cañibano *et al.*, 2006a). Hay abundantes ejemplos de las diferentes dinámicas ligadas a intenciones diversas que, especialmente, indican la esencia de las capacidades de la organización y el despliegue de sus fines. El concepto de intencionalidad innovadora, definido como la voluntad de concebir o imaginar realidades distintas a las percibidas con el propósito de hacerlas efectivas —de introducir novedades—, permite a los agentes desarrollar sus capacidades por medio de acciones orientadas a la consecución de sus fines transformadores y, al mismo tiempo, explica el desarrollo de capacidades nuevas o mejoradas.

DESARROLLO TECNOLÓGICO Y CAMBIO INSTITUCIONAL

*Desarrollo tecnológico*³⁴

Con carácter muy general, y según el marco teórico expuesto en la sección anterior, en el dominio de los fenómenos físico-naturales, una mesounidad estable a lo largo del tiempo es una *tecnología*. Más concretamente, podemos definir la tecnología como un dispositivo, método o proceso que cumple un propósito.

Una tecnología siempre encuentra su base en algún fenómeno natural (del que se tiene conocimiento científico o simplemente experiencial), mismo que puede ser explotado o usado para algún fin. Una tecnología incorpora un conjunto de operaciones (que podríamos denominar *software*), así como un equipamiento físico capaz de ejecutarlas (*hardware*). Si nos centramos en el *software*, vemos las tecnologías como procesos; si lo hacemos en el *hardware*, la veremos como un dispositivo físico. La tecnología consiste en ambas cosas a la vez.

Las tecnologías son estructuras. La pieza principal de la misma es el *concepto o principio* en la que se basa: el "método de la cosa" (Arthur, 2009:33) (así, el principio del motor de combustión es la posibilidad de transformar energía química en mecánica). Para que ese principio tenga efectos reales, necesita expresarse en forma de componentes físicos: un motor. Así, una tecnología se compone de los diversos dispositivos físicos que incorporan los principios necesarios para alcanzar una finalidad; en otras palabras, se compone de ensamblajes principales con los que operan ensamblajes subordinados (por ejemplo, un automóvil tiene sistemas de propulsión —motor—, de dirección, frenado, etcétera: todos estos sistemas coordinados componen el automóvil). En conjunto, todos los módulos se configuran en una arquitectura propia, que es la que debe funcionar.³⁵ Así, según Arthur

³⁴ En esta sección seguimos sobre todo a Arthur (2009).

³⁵ La modularidad (*modularity*) es un concepto desarrollado por Simon (1962) que permite varias cosas: una de ellas consiste en considerar una tecnología como una *arquitectura* compuesta de módulos coordinados. Otra muy importante es que esa modularidad permite la extensión de la división del trabajo, toda vez que cabe especializarse en las tecnologías propias de cada módulo (por ejemplo, en sistemas de frenado, de comunicaciones), incrementándose enormemente la productividad y eficacia de todo el sistema.

[...en] esencia, una tecnología consiste en ciertos fenómenos programados para alcanzar algún propósito. Empleo el término "programado" [...] para significar que los fenómenos que hacen funcionar una tecnología están organizados de una manera planeada; están orquestados para su uso (Arthur, 2009:51).

La economía se está convirtiendo cada vez más en una economía *generativa*, en la que el centro de atención se está desplazando, de la optimización de operaciones fijas, hacia la creación de nuevas combinaciones, novedades, en el sentido de Schumpeter (1912 [1934]). En esta nueva economía las ventajas competitivas se derivan no del fondo de recursos y de la habilidad para transformarlos en bienes terminados, sino de la habilidad para transformar el fondo de destrezas y conocimientos (aquí en el sentido de *expertise*) en nuevas combinaciones estratégicas para las empresas. Esta nueva realidad supone un reto para la propia economía en cuanto disciplina, la que deberá cambiar y adoptar nuevos principios explicativos: en la medida en que la economía real se vuelve más combinatoria y tecnológicamente más abierta, las ideas de orden, cierre y equilibrio pierden su poder explicativo frente a apertura de fines, indeterminación y constante emergencia de novedades. Ya que la economía queda en gran medida moldeada por el cambio tecnológico —que está en la base del desarrollo económico—, es preciso entonces comprender en qué consiste ese cambio.

Un modo de representar el proceso de cambio tecnológico es visualizar el conjunto de tecnologías vigentes como una especie de red, en la que cada nodo es una tecnología particular que se encuentra conectada (relacionada) con otras tecnologías (nodos) de forma orgánica (como subsistema, sistema, etcétera). Supongamos que en un momento dado se genera una nueva tecnología. Entonces, el proceso de cambio tecnológico se puede representar como la siguiente secuencia:

1. La nueva tecnología entra en la colección como un nuevo elemento, o nodo en la red.
2. El nuevo elemento es susceptible de reemplazar tecnologías existentes y/o componentes de las mismas.

3. El nuevo elemento plantea nuevas “necesidades” o nichos de oportunidad de tecnologías, así como de arreglos organizativos que la soporten. Tales nichos de oportunidad surgen de varios modos; en particular, pueden aparecer debido a que, por lo general, la nueva tecnología da lugar a nuevos problemas técnicos, económicos o sociales. Así, las nuevas tecnologías deparan nuevas necesidades, las cuales exigen nuevas tecnologías capaces de satisfacerlas.³⁶
4. Si las tecnologías que son desplazadas por la nueva se eliminan del conjunto o red de tecnologías vigentes, otro tanto ocurrirá con las necesidades y nichos de oportunidad ligados a ellas.
5. El nuevo elemento se encontrará disponible como componente potencial para otras tecnologías o nuevos elementos. La nueva tecnología provee de nuevos elementos potenciales que pueden ser usados internamente en otras tecnologías. Actúa por consiguiente como reclamo de otras tecnologías que la emplean y la acomodan. En particular, puede dar lugar a nuevas formas organizativas que la comprendan y contengan.³⁷
6. La economía se reajusta a estas pautas. Precios y costes; por consiguiente, los incentivos para generar/desechar tecnologías cambian de acuerdo con las novedades técnicas.

Como puede apreciarse, este esquema evolutivo dinámico presenta semejanzas con el mostrado en la figura 2. El resultado de la introducción de una nueva tecnología (mesounidad) se produce en el nivel meso 1 —consecuencia en última instancia de una invención en el ni-

³⁶ Por ejemplo, el desarrollo de nuevos sistemas de aviación comercial basados en motores de propulsión a chorro exige la puesta a punto de sistemas de control y navegación más eficaces y más ligeros. Por otra parte, Chandler (1977) es una buena muestra de cómo las formas organizativas y las tecnologías coevolucionan; también en relación con las instituciones financieras, véase Pérez (2002). En definitiva, para soportar cualquier nuevo dispositivo o método se genera una pirámide de causalidad que lleva a otras nuevas tecnologías, interacciones con el medio institucional, social, etcétera. Un ejemplo de esto, en relación con la implantación de sistemas de telecomunicaciones que exige un iPhone, se encuentra en Harper y Endres (2012).

³⁷ Así, desde su aparición, las computadoras se han incorporado a otras tecnologías (sistemas de navegación, sistemas de control numérico, etcétera) o son la base del comercio electrónico.

vel micro 1. Esta introducción se ha de difundir entre la población de portadores (usuarios) de esta tecnología (nivel meso 2), lo que implica que la han de aprender (micro 2) y retener (micro 3).

Por supuesto, el proceso descrito no se produce de forma suave ni en el vacío. La aparición de los nuevos elementos (tecnologías) adopta en ocasiones un carácter de ruptura abrupta con lo anteriormente existente, esto reconfigura los elementos que gozaban de mayor centralidad en la red en el estado anterior: es el caso de la introducción de mejoras tecnológicas radicales que además son transversales.³⁸

El proceso de desplazamiento o *reemplazamiento* de la antigua tecnología por la nueva constituye uno de los mecanismos fundamentales del desarrollo tecnológico. El otro mecanismo es la *profundización* de la tecnología: en la inmensa mayoría de las veces, el desarrollo tecnológico consiste en mejoras acumulativas, tanto en productos como en procesos y formas organizativas ya existentes. La aparición de nuevas tecnologías produce nichos de oportunidad y, eventualmente, desplazamiento de las anteriores (dando lugar a descoordinaciones y recoordinationes de los tipos macro 1 y 2) y, en el caso de tratarse de una novedad radical transversal, modificando el propio orden económico de una manera profunda (macro 3). Todo este proceso secuencial —que se produce en todas partes y en diversos niveles de interacción, como vemos, dentro de esa red de tecnologías disponibles— se encuentra en la base del *cambio estructural*. Este cambio estructural es consecuencia y causa, a la vez, de la constante generación de nuevas combinaciones en el nivel tecnológico, de los arreglos sociales (institucionales) y económicos.

Con todo, para poder desarrollarse y desplegar todo su potencial, las nuevas tecnologías exigen a menudo el concurso de marcos tecnológicos (dominios y estándares tecnológicos)³⁹ y organizativos su-

³⁸ La introducción de la electricidad, el motor de combustión interna o, más recientemente, la revolución de la informática, son ejemplos conocidos de esto.

³⁹ Un dominio tecnológico se refiere a un *cluster* o conjunto de tecnologías que comparte un conjunto de principios o teorías comunes. Así, por ejemplo, tendríamos el dominio de la electrónica, la mecánica, la hidráulica, etcétera. En ocasiones un cambio de dominio (*redominio*) en una tecnología permite importantes avances en otras. Un ejemplo: los aviones de propulsión a chorro (*jets*) son dispositivos altamente ines-

ficientemente estables y a la vez flexibles. Esto implica claramente una tensión entre las dos características, pues no siempre estabilidad y flexibilidad se combinan o pueden combinarse de manera adecuada. Pongamos por caso uno de los problemas más conocidos en la historiografía reciente de la tecnología: la existencia de fenómenos de bloqueo (*lock in*).⁴⁰

Los mecanismos de desarrollo tecnológico, el reemplazamiento de la antigua tecnología por la nueva y la profundización en la ya existente, operan durante toda la vida (trayectoria) de una tecnología. Muy al principio de la misma, la tecnología se desarrolla de manera consciente y experimental para, posteriormente, aplicarse cada vez más a diferentes propósitos: comienza entonces a formar parte de la ingeniería estándar. Por supuesto, un mecanismo de selección opera durante toda la trayectoria seleccionando aquellas mejores soluciones del conjunto de posibles mejoras tecnológicas. Indefectiblemente, llega el momento en que la tecnología madura: en este momento ni el reemplazamiento de componentes, ni la profundización, aportan ya mucho más a la mejora de esa tecnología. Un nuevo principio es necesario para sustituir esa tecnología ya madura por otra nueva. Pero los principios no llegan cuando se desean, tienen su propia dinámica de invención. Así, el viejo principio tiende a bloquear la vieja tecnología. Incluso si aparecen nuevas soluciones, el carácter incipiente de las mismas es una clara debilidad frente a algo ya establecido: las tecnologías nacientes no pueden competir directamente y en igualdad de condiciones con la establecida, debido a la posible existencia de economías de escala o barreras a la entrada.

Como se puede concluir de lo anterior, la vieja tecnología persiste mucho más allá de lo debido. En ocasiones la causa de esto es pura-

tables, como lo es también una bicicleta. Sin embargo, en ocasiones es más eficiente un mecanismo inestable que otro estable. En el caso que nos ocupa, si el dispositivo es capaz de generar constantemente pequeños ajustes que compensen la inestabilidad —como cuando se maneja una bicicleta—, el avión a reacción es más eficaz que uno impulsado por hélices. Esto es posible hoy en día gracias a los sistemas de navegación electrónicos, ya que los puramente hidráulicos, como los que se aplican a los aviones antiguos, hacían inviable o demasiado peligroso el manejo de este tipo de aviones.

⁴⁰ La referencia clásica es Arthur (1989).

mente económica: adoptar la nueva tecnología a menudo exige cambiar las estructuras que soportaban la antigua, así como las formas organizacionales (institucionales) adecuadas a ella. El reto que esto supone ha sido muy bien señalado por Richard Nelson en un reciente trabajo publicado en *Research Policy*; allí el autor se pregunta, precisamente, cuáles son (cómo han de ser) las instituciones que necesitamos para impulsar el progreso tecnológico (Nelson, 2008). Sobre este asunto volveremos en la próxima subsección, cuando tratemos de las instituciones.

Finalmente, y como también ha señalado magistralmente Arthur (2007) en relación con la invención, retendremos una nota o característica central tanto de la invención como de la tecnología: su carácter intencional (*purposeful*).⁴¹ En efecto, un dispositivo, proceso o método ha de tener, necesariamente, una finalidad perfectamente definida, independientemente de que a partir de la misma se puedan superponer otras.⁴² También, volveremos sobre este asunto en la sección siguiente, cuando presentemos el concepto de *intencionalidad innovadora*.

Instituciones

Un problema fundamental a la hora de hablar de instituciones —con el que ya nos hemos encontrado en otras partes de este trabajo— es determinar qué entendemos por el término “institución”, o qué queremos exactamente que signifique en nuestro esquema analítico. Y se trata de un problema, al igual que en los casos anteriores, porque según los diferentes autores y escuelas, por institución puede entenderse:

- “Las reglas básicas de juego”, esto es, el régimen legal en general y el modo en que éste se aplica coercitivamente; las nor-

⁴¹ O como también ha afirmado Antonelli (2011), precisamente en relación con el papel de la intencionalidad en la innovación, “las innovaciones no caen del cielo”.

⁴² Así, la finalidad de un automóvil es prestar servicios de transporte, pero también puede servir como elemento de ostentación, tener un uso deportivo, ser un objeto de colección, entre otras funciones.

mas que constriñen el comportamiento de los agentes, etcétera (North, 1990).

- Otros asocian instituciones con “estructuras de gobierno”, las que moldean la actividad económica, como las instituciones financieras y fiscales de un país, las formas de organización y dirección de las empresas, etcétera (véase, por ejemplo, Williamson, 1985).
- Costumbres, estándares y patrones esperados de comportamiento en determinados contextos —como la aceptación de dinero a cambio de bienes y servicios (Veblen, 1899; Hodgson, 1988, 2006).
- En la literatura de los sistemas de innovación —nacionales (Freeman, 1987; Lundvall, 1992), regionales (Cook *et al.*, 1997), sectoriales (Malerba, 2004)—, por instituciones suele entenderse entidades relativamente concretas: empresas, universidades, gobiernos, leyes de patentes, etcétera.
- Por su parte, Nelson y Sampat (2001) han sugerido el concepto de “tecnología social” para referirse a las instituciones. En particular, su propuesta es denominar a la faceta de receta de una actividad tecnología “física”, y al modo en que el trabajo se divide y coordina para producir, según la receta, tecnología “social”.
- Finalmente, y por completar tan abigarrado cuadro, tenemos el fino análisis de Loasby (1999), quien considera las instituciones como patrones y conjeturas más o menos exitosas que permiten resolver un problema de conocimiento.

La incertidumbre permite la imaginación y la creatividad de los agentes (Shackle, 1972): da lugar al crecimiento tanto del conocimiento práctico como teórico en función del cual los agentes pondrán —inventándolos, proyectándolos— sus objetivos de acción. Todos los planes de los agentes se formulan bajo incertidumbre en el siguiente sentido: el pasado no puede ser cambiado pero puede, en gran parte, ser conocido; el futuro no se conoce pero puede ser imaginado; por ello, a través de la imaginación y la creatividad podría ser eventualmente modulado. Este proceso está necesariamente asentado sobre el crecimiento, organización y evolución del conocimiento. Es

por ello que decimos que el conocimiento es un elemento necesario en la explicación tanto de los procesos económicos como del desarrollo técnico. Pero no sólo; como se ha visto, concurren en la explicación de los procesos económicos otros elementos que no pueden ser abordados en la perspectiva de una teoría pura del conocimiento. Los objetivos y la intencionalidad de los agentes desempeñan un papel esencial —son elementos necesarios— en la explicación de dichos procesos.

En el marco evolutivo indicado en el epígrafe anterior decíamos que una regla genérica, junto con su población de portadores, forman la unidad analítica de la economía evolutiva: la mesounidad. Se sigue que en el dominio social una mesounidad estable a lo largo del tiempo es una *institución*, la cual formaría parte, a su vez, de una mesoestructura.

Adoptada una regla genérica siempre cabe preguntarse por su *origen*. A fin de responder a esta cuestión, ofrecemos una explicación en perspectiva de la figura 2. En primer lugar, la emergencia propiamente dicha de la mesounidad podría ser explicada como un acto genuino de intencionalidad situado en el nivel micro 1 (primera adopción del agente) y entendida como nueva idea, propósito o modo de alcanzar un objetivo (antiguo, nuevo, reordenado jerárquicamente por el agente), o a la vista de su conocimiento científico y/o experiencial: esa primera adopción iría incorporada, en el nivel micro, a la unidad analítica denominada plan de acción de los agentes (planes que incorporan intención); conjeturas a fin de cuentas sobre lo que es deseado y posible por parte de los agentes. En segundo lugar, aquellos planes de acción exitosos trascenderían al nivel meso 1, emergiendo (entendidos como actos de empresarialidad exitosa, por ejemplo) y, finalmente, dando lugar ya en el nivel macro 1, a la descoordinación necesaria como fuente de dinamismo generador de nuevas conexiones (combinaciones) en el sistema. Este nivel 1 micro, meso y macro de planes exitosos es, claro está, la condición previa, analíticamente, a la adopción/retención que sucedería en los niveles 2 y 3 de difusión/estabilización de reglas genéricas (en particular, instituciones y tecnologías). En el nivel micro 2, por ejemplo, procedería la adopción del plan exitoso por aprendizaje por parte del propio agente, previo

a la retención o rutinización del mismo (micro 3). Esta secuencia "horizontal" micro 1-2-3, en la perspectiva de plan de acción conjeturado/exitoso, es la base para mostrar el lugar analítico de la intencionalidad.

Trascendiendo de niveles, puede afirmarse que tanto la adopción de la regla genérica por una población de portadores, esto es, la fase de difusión necesaria para su eventual estabilidad "social" posterior, como la fase de retención, donde la regla se estabiliza definitivamente en la forma de una institución o de una tecnología, son a su vez fenómenos ahora más claramente fundamentados en la intencionalidad de los agentes —entre otras causas, claro está— que, al emerger en los planes de acción, da lugar a cambio económico y, eventualmente, implica complejidad.

Como se ha dicho, toda novedad en el conjunto de reglas debida, por ejemplo, a la propia interacción entre agentes y reglas, daría lugar a una descoordinación en relación con el estado anterior del sistema. Ahora bien, la auténtica apertura del sistema es debida a la novedad introducida conscientemente por un agente o portador. En el marco conceptual expuesto previamente, es posible señalar que el sistema es abierto (*open system*)⁴³ y lo es, precisamente, debido a que en el nivel micro 1, de primera adopción (conjetura) del agente, opera —para emerger después— la intencionalidad como auténtica fuente de complejidad.

Desarrollo tecnológico e instituciones: ¿qué instituciones se necesitan?

Para terminar, la idea fundamental —que ahora es posible exponer de modo coherente con el esquema presentado en las secciones previas— es que tanto los procesos económicos como el desarrollo tecnológico requieren necesariamente de un marco de estabilidad para desarrollarse (dominios tecnológicos, estándares, etcétera) y desplegarse en un sentido de progreso. La evolución económica sería, por

⁴³ En contraste con un modelo cerrado, que es el tipo de modelo que necesariamente debe emplear la ciencia para obtener resultados necesarios. Véase en este sentido Loasby (2003).

ello, el proceso de cambio en la mesoestructura a través de una meso-trayectoria (véase la figura 2, meso 1-2-3). Como se ha dicho, son precisamente estos procesos de cambio los que constituyen la base del estado (necesario) de desequilibrio que pone en marcha los procesos de reordenación genérica y de cambio cualitativo propios de la economía evolutiva.

Lo anterior permite entender la causa de la existencia tanto de las instituciones como de las tecnologías: son un medio o marco de estabilidad necesario para poder planear, decidir y actuar en presencia de incertidumbre en un entorno complejo, *i.e.*, dota a los agentes de la estabilidad necesaria para poder formar sus expectativas y planes de acción futura, anticipando mecanismos de coordinación entre agentes. Sin embargo, la cuestión de la estabilidad genera una cierta paradoja: es necesaria para el ensayo y prueba, pero el éxito de los procesos, y el progreso en sí mismo (*novelty as such*), rompe la estabilidad, lo cual, a su vez, es condición de cambio y exige nueva estabilidad para continuar ensayando.

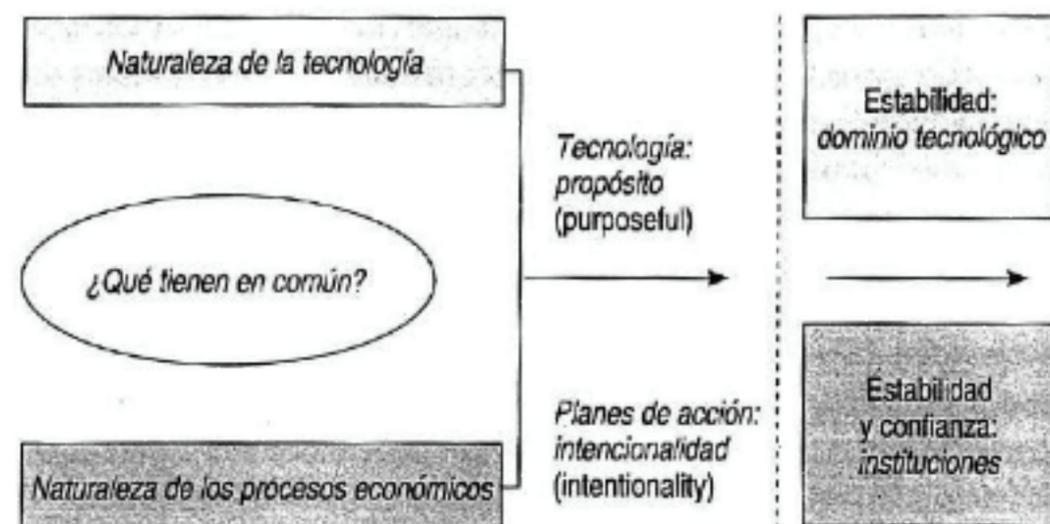
La interpretación aquí propuesta es coherente con el enfoque evolutivo que ahora aplicamos para desarrollar paralelamente los conceptos de instituciones y tecnología. La mesounidad emerge por medio de una meso trayectoria en tres fases: 1) la emergencia propiamente dicha de la mesounidad, abierta, el acto genuino de intencionalidad; 2) la adopción de la regla por una población de portadores, previa a la eventual estabilidad "social" posterior, y 3) la fase de retención, donde la población de la regla se estabiliza definitivamente en la forma de una institución o de una tecnología. La figura siguiente sintetiza nuestros argumentos.

Las instituciones y la tecnología, retenidas en meso 3, conforman mecanismos capaces de dotar de la estabilidad suficiente al sistema, de modo que éste permita calcular, prever, etcétera; es decir, que permita resolver eficientemente un problema de conocimiento. El desarrollo selectivo de conexiones a lo largo del tiempo sería, así, resultado necesario de la acción humana falible (Loasby, 2001).⁴⁴

⁴⁴ Para Loasby, en la tradición escocesa que se remonta hasta Hume, el conocimiento es limitado y falible: el sistema de representaciones es imperfecto, la realidad

Figura 3

Comparación entre procesos tecnológicos y procesos económicos



FUENTE: elaboración propia.

INTENCIONALIDAD INNOVADORA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO TÉCNICO: DOS EJEMPLOS HISTÓRICOS DE DESARROLLO FRUSTRADO

Son numerosos los estudios que desde un punto de vista histórico, pero también teórico, analizan la tensión entre la necesidad de marcos institucionales que doten a los sistemas económicos con la suficiente estabilidad para que el sistema desarrolle al máximo toda su potencialidad, así como la necesaria flexibilidad que deben tener estos marcos institucionales para poder adaptarse y absorber los cambios tecnológicos.⁴⁵ En esta literatura se manifiesta mediante el estudio

puede no corresponderse, no hay conectividad, las conexiones son inadecuadas o están por descubrirse o evolucionan. Las instituciones y la organización soportan e impulsan la dinámica de aparición de nuevas conexiones, son elementos yuxtapuestos al proceso de crecimiento y organización del conocimiento. Las instituciones son patrones o conjeturas más o menos exitosas acerca de cómo funcionan las cosas: las instituciones permiten resolver un problema de conocimiento falible y por tanto habilitan la acción.

⁴⁵ Un ejemplo de esto es el trabajo reciente de Acemoglu y Robinson (2012), que ha cosechado gran éxito editorial, si bien se trata de una obra que ha generado

de casos históricos concretos, normalmente de éxito⁴⁶ pero también de fracaso, dando lugar a lo que se ha denominado “captura institucional” por una tecnología; un fenómeno en el ámbito institucional muy similar al denominado *lock in* en el ámbito tecnológico. Sin duda, estas inesperadas consecuencias son fruto de la interacción compleja entre desarrollo tecnológico y cambio institucional; lo más interesante del tema es que, en numerosas ocasiones, el propio fracaso es consecuencia de una acción intencional de los agentes por promover la innovación y el desarrollo económico.

En lo que queda de este subapartado, ofrecemos un par de ejemplos que, si bien se refieren al siglo XIX, resultan muy interesantes para el tema general de este libro, en la medida en que ilustran en parte el grado diferencial de desarrollo entre países americanos, fruto de la inercia que arrastran no sólo desde la independencia —donde desempeñan un especial papel el origen “constitucional” de los diferentes países en la línea argumental de Acemoglu y Robinson (2012)— y que explicaría en parte ese desarrollo diferencial, sino también de ciertas decisiones que buscaban intencionalmente impulsar el desarrollo económico en un contexto —el de la primera globalización y la aceleración del ritmo de cambio tecnológico asociado a nuevos inventos e innovaciones coetáneos— de elevada incertidumbre y de un creciente grado de complejidad de las relaciones económicas internacionales. En particular, presentamos el caso del desarrollo de la industria azucarera en Cuba, que ha sido analizado a profundidad por Petrel y Fernández de Pinedo (2015), y el caso de la Argentina en relación con Estados Unidos.

bastante discusión entre historiadores. Pero no es el único ejemplo: en una línea argumental similar, aunque más cuantitativo, está Barro (1997). Ceñido al estudio concreto de la interacción (tensión) entre desarrollo de mercados y despliegues tecnológicos y cambios institucionales, encontramos a Chandler (1977). Por supuesto, los trabajos de North en este ámbito de investigación son ya clásicos, especialmente North (1990) y la “revisión” más evolutiva de North (2005). Una obra muy destacable y más en nuestra línea se encuentra en Freeman y Louçã (2001).

⁴⁶ Un ejemplo clásico es el desarrollo de la universidad, la legislación y la política económica alemana de fines del siglo XIX, que tenía por objeto convertir el país en el líder mundial de la naciente industria química, especialmente la especializada en la fabricación de fertilizantes sintéticos. Véase Murmann (2003). También, para el caso del Japón, Ozawa (2005).

La industria azucarera cubana en el siglo XIX

La posición dominante de la industria azucarera en determinadas regiones es, sin duda, consecuencia directa e indirecta de los cambios experimentados entre 1750 y 1870. La revolución industrial en Cuba llegó de la mano del vapor, del carbón, del hierro y de la química, y se aplicó especialmente en la industria azucarera y derivados. Estos cambios, en la práctica, dieron lugar a la convivencia de diversas técnicas en las plantaciones azucareras a lo largo del siglo XIX. A través de la estadística de Rebello⁴⁷ de 1860, se observa con claridad la coexistencia de ingenios de tipo tradicional, de los llamados semimecanizados y más abundantes (representaban 75% en 1860) y finalmente de los totalmente mecanizados.

Si algo es evidente en el caso de la colonia española, es la capacidad de adaptación al contexto internacional de los hacendados azucareros de la isla durante la primera mitad del siglo XIX. Los cambios técnicos fueron aplicándose con gran rapidez ante la imperante necesidad de multiplicar las exportaciones de sacarosa, impulsada por una demanda y un mercado creciente pero mudable, regido por aranceles cambiantes, nuevos competidores y nuevos productos sustitutivos como el azúcar de remolacha.

La exitosa estrategia, que ve su reflejo en el volumen de exportaciones de azúcar (Fernández de Pinedo, 2006), pasaba por la asimilación de técnicas que mejorasen el rendimiento de los ingenios y el ahorro en brazos. Para poder acceder a las innovaciones técnicas, difundir el conocimiento de las mismas y ser capaces de tomar la decisión adecuada valorando riesgos y ventajas, se valieron de diferentes instituciones, desde las cuales llevaron a cabo esta gran labor de difusión del conocimiento y de circulación de información. Sin olvidar que su principal objetivo era la búsqueda de beneficios y privilegios, la oligarquía azucarera logró crear un clima propicio a la introducción de adelantos de la ciencia y la técnica, lo que repercutió en la proliferación de instituciones como el Jardín Botánico, la Escuela de Química, el Instituto Agrónomo o el Instituto de Investigaciones Químicas.

⁴⁷ Rebello (1860).

Promover instituciones dentro de la isla era, sin duda, una estrategia local, cubana, que les hacía independientes de las instituciones de la metrópoli o del extranjero (Fernández de Pinedo *et al.*, 2011). Esta amplia red de acceso al conocimiento otorgaba enormes ventajas a los órganos locales, a los cuales por supuesto pertenecía esta oligarquía, como la Junta de Fomento, encargados de aprobar o rechazar las solicitudes de patente o conceder un privilegio, como se desprende de los informes que acompañaban a tales expedientes.

Los hacendados cubanos capturaron de alguna manera las instituciones en su beneficio. Estaban presentes en todos los órganos de gobierno, y fueron suficientemente hábiles como para influir sobre la política arancelaria y adecuar un sistema de patentes a sus necesidades.

Sin embargo, y a pesar de que la principal consecuencia de esta estrategia era una colonia más avanzada tecnológicamente que su propia metrópoli —el ferrocarril cubano fue pionero en América Latina y séptimo del mundo, se instalará con una década de retraso en España—, las consecuencias serían devastadoras para el desarrollo económico en el largo plazo. Cuantos más esfuerzos se consagraban al sector azucarero, menos se dedicaba, no ya a un sector secundario que redujese ciertas importaciones, sino a la propia agricultura y especialmente a la ganadería (Funes, 2012), por no hablar del impacto sobre la estructura socioeconómica (esclavitud) y el medio ambiente.

A medida que la segunda revolución tecnológica iba avanzando, el proceso de refinado de azúcar dependía cada vez más de una mano de obra cualificada, como ingenieros mecánicos, químicos o maquinistas, a la que no sólo había que pagar cuantiosos sueldos, sino de la que se dependía por completo para poner en funcionamiento el ingenio, habida cuenta de cuán compleja era la maquinaria que se importaba y que además por su carestía era necesario financiar por lo general a base de endeudamiento (Roberts, 1992:54; Roldán de Montaud, 2004; Ely, 2001).

Una vez tomada la decisión colectiva de apostar por el monocultivo de la caña, la telaraña de la globalización para estos productores ya estaba tejida, y las posibilidades de desenmarañarse fueron cada vez menores. De poco le sirvió a Cuba estar técnicamente más adelantada a su metrópoli; aunque el azúcar ha sido durante décadas su

gran bastión, también ha sido su mayor lastre para seguir la senda del desarrollo económico.

Los casos de Estados Unidos y Argentina

El desarrollo económico de América ha sido y es muy desigual. Por encima de todas las naciones —todas con un pasado colonial—, destaca el caso de Estados Unidos como claro ejemplo de toma de decisiones exitosas frente al resto de países del hemisferio sur. En el siglo XIX, toda América gozaba de una posición ventajosa en un mercado internacional en expansión, gracias a una especialización productiva basada en la comercialización de materias primas y alimentos, que por otro lado no impidió la inversión en tecnología como medio, precisamente, para potenciar sus actividades exportadoras.

Alan Beattie ha analizado los casos de Argentina y Estados Unidos; asegura que si bien ambas naciones mantuvieron una política muy activa favoreciendo la importación de tecnología, Estados Unidos añadió el espíritu innovador y de cambio del que careció Argentina (Beattie, 2009:5-41).⁴⁸ Durante décadas ambas naciones siguieron la misma senda; sin embargo, las principales divergencias se manifiestan en la actitud de las elites, de comerciantes y de los hombres de negocio que influyeron decisivamente en la política económica. Ambas tuvieron que importar la tecnología necesaria para modernizar su agricultura, incorporar nuevas técnicas de recolección, tender el ferrocarril, etcétera. No obstante, Estados Unidos potenció especialmente todo tipo de tecnología que le permitiese ahorrar en mano de obra en sus explotaciones agrícolas y así poder, posteriormente, no sólo invertir sino reinvertir los beneficios en el sector industrial, así como en un sistema bancario (Haber, 2010:91) con una estructura competitiva y sólida.

⁴⁸ En este sentido, la argumentación de Beattie estaría en consonancia con la teoría del desarrollo esgrimida por Acemoglu y Robinson, por la cual las oportunidades económicas y las limitaciones a las que tienen que hacer frente los grupos y elites políticas más poderosos determinan la estructura de las instituciones y las políticas económicas. Mientras que en Gran Bretaña o Alemania la elite de terratenientes no impidió la industrialización al lograr mantener parte de su poder político, en otras regiones las elites bloquearon los procesos de industrialización (Acemoglu, Johnson y Robinson, 2001).

Por otra parte, la elite argentina prefirió intencionadamente hacer alarde de un consumo conspicuo y no reinvertir sus beneficios en otra cosa que no fuese tierras para apuntalar su *status* de terratenientes, dejando de lado el proceso de industrialización y favoreciendo políticas tendentes a consolidar monopolios amparados por el gobierno y un endeudamiento con el capital extranjero endémico.

El punto de inflexión para Beattie lo constituye la guerra de secesión estadounidense (Beattie, 2009:18), al evitar que la joven nación siguiese la senda de Argentina, ya que el sur exportador de algodón tampoco había, hasta entonces, desarrollado una industria textil sólida como la británica y mantenía la estructura de cualquier otra región monoprodutora bajo el sistema de plantaciones esclavistas en América. Venció el norte industrial, emprendedor, que confiaba en las nuevas tecnologías como medio para lograr el crecimiento económico.

La volatilidad de los mercados se manifestó durante la gran depresión de 1873 y la sobreproducción agropecuaria de la década de 1990, generando malestar entre la población y con gran repercusión en el terreno político. Sin embargo, Estados Unidos supo reaccionar revisitando al Estado de una legislación que generó confianza en la población, mientras Argentina seguía anclada en un modelo de desarrollo que ya pertenecía al pasado.⁴⁹ Estados Unidos logró romper la dependencia financiera y tecnológica, mientras el cono sur siguió perdiendo oportunidades que su vecino del norte no dejaría de aprovechar —Primera Guerra Mundial— al convertirse en acreedor, proveedor de bienes manufacturados, tecnología y productos agrarios.

CONCLUSIONES

Los procesos económicos y el desarrollo tecnológico incorporan, por su propia naturaleza y como notas centrales, la intencionalidad de los

⁴⁹ Esto lo supo ver con toda claridad Raúl Prebisch, si bien la implementación de sus descubrimientos teóricos arrojó unos resultados muy distintos de los deseados por este economista. Véanse diversos trabajos en Videla y González Fraga (eds.) (2010); especialmente en relación con nuestro tema, el capítulo de Daniel Heymann: "Fluctuaciones periféricas: notas sobre el análisis macroeconómico de Raúl Prebisch" (*ibid.*:113-132).

agentes y la necesidad de marcos relativamente estables (instituciones y dominios tecnológicos) que favorezcan su desenvolvimiento progresivo. La incertidumbre radical que rodea los procesos de desenvolvimiento de la acción humana en sociedad es un elemento central, causa y consecuencia de procesos de aprendizaje, de generación, difusión y adquisición de conocimiento, de los arreglos institucionales, del desarrollo de estándares tecnológicos, etcétera.

En este trabajo se han expuesto los elementos comunes que tecnología y procesos económicos comparten bajo la perspectiva de la economía como un sistema evolutivo adaptativo complejo y abierto, donde el impulso para el cambio viene desde la intencionalidad de los agentes. La intencionalidad de los agentes vincula, estructural y temporalmente, las acciones de los agentes a objetivos, dotando de sentido o racionalidad a la acción.

La base sobre la que se ha llevado a cabo el análisis ha sido la de una concepción de la economía evolutiva como el estudio de procesos autoorganizados de descoordinación y reordenación de reglas genéricas, procesos vinculados al cambio en las reglas genéricas actualizadas a lo largo del curso de la historia. El principal resultado que este tipo de análisis permite mostrar es que la evolución económica consiste en el proceso de cambio en la mesoestructura a través de una mesotrayectoria (meso 1-2-3). Son precisamente estos procesos de cambio los que constituyen la base del estado necesario de desequilibrio (ruptura de la tendencia al equilibrio) que pone en marcha los procesos de reordenación genérica y de cambio cualitativo propios de la evolución económica. En ese contexto, se ha mostrado el papel que desempeña la intencionalidad en cuanto elemento de apertura y fuente última de complejidad de los sistemas, así como la caracterización de las instituciones entendidas como mecanismos de estabilización de los sistemas en relación con los procesos económicos y, eventualmente, del desarrollo tecnológico.⁵⁰

Por último, el concepto de intencionalidad innovadora expresa cómo determinados tipos de intencionalidad impulsan o frenan el de-

⁵⁰ Así, las instituciones permiten anticipar, hasta cierto punto, el comportamiento de otros agentes en contextos de incertidumbre haciendo manejable un problema práctico de conocimiento que de otro modo sería inmanejable.

sarrollo tecnológico y económico. Este argumento se ha ilustrado con algunos ejemplos históricos de palanca o freno del desarrollo económico y social. Se trata de un argumento esencialmente teórico y con ambición de ser general, pero también tiene, a nuestro juicio, el valor de ser una plantilla teórica para comprender la historia.

BIBLIOGRAFÍA

- ACEMOGLU, Daron; Simon JOHNSON y James A. ROBINSON (2001), "The Colonial Origins of Comparative Development: An Empirical Investigation", en *The American Economic Review*, vol. 91, núm. 5, pp. 1369-1401.
- _____ y James A. ROBINSON (2001), "Political Losers as a Barrier to Economic Development", en *The American Economic Review*, vol. 90, núm. 2, pp. 126-130.
- _____ y James A. ROBINSON (2012), *Why Nations Fail: The Origins of Power, Prosperity, and Poverty*, Nueva York, Crown Publishers.
- AKERLOF, George A. (2001), "Behavioral Macroeconomics and Macroeconomic Behavior", en *Nobel Prize Lecture*, Stockholm University, Nobel Foundation.
- ANDERSEN, Esben Sloth (2004), "Knowledges, Specialization and Economic Evolution: Modelling the Evolving Division of Human Time", en J. Stanley Metcalfe y John Foster (eds.), *Evolution and Economic Complexity*, Cheltenham, Edward Elgar.
- ANDERSON, Philip W.; Kenneth J. ARROW y David PINES (eds.) (1988), *The Economy as an Evolving Complex System*, Reading, Addison-Wesley.
- ANTONELLI, Cristiano (2011), "The Economic Complexity of Technological Change: Knowledge Interaction and Path Dependence", en Cristiano Antonelli (ed.), *Handbook on the Economic Complexity of Technological Change*, Cheltenham, Edward Elgar.
- ARTHUR, W. Brian (1989), "Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-In by Historical Events", en *The Economic Journal*, núm. 99, pp. 116-131.

- _____ (2007), "The Structure of Invention", en *Research Policy*, vol. 36, núm. 2, pp. 274-287.
- _____ (2009), *The Nature of Technology. What It is and How It Evolves*, Nueva York, Free Press.
- BARRO, Robert J. (1997), *Determinants of Economic Growth. A Cross-Country Empirical Study*, Cambridge, The MIT Press.
- BEATTIE, Alan (2009), *False Economy: A Surprising Economic History of the World*, Londres, Penguin.
- BLUME, Lawrence y Steven N. DURLAUF (eds.) (2006), *The Economy as an Evolving Complex System, III: Current Perspectives and Future Directions*, Oxford/Nueva York, Oxford University Press.
- BOULDING, Kenneth (1981), *Evolutionary Economics*, Beverly Hills, Sage Publications.
- BRATMAN, Michael (1987 [1999]), *Intention, Plans, and Practical Reason*, Standford, CSLI Publications.
- _____ (1999), *Faces of Intention*, Cambridge, Cambridge University Press.
- CAÑIBANO, Carolina; María-Isabel ENCINAR y Félix Fernando MUÑOZ (2006a), "Evolving Capabilities and Innovative Intentionality: Some Reflections on the Role of Intention within Innovation Processes", en *Innovation: Management, Policy and Practice*, vol. 8, núm. 4-5, pp. 310-321.
- _____; María Isabel ENCINAR y Félix Fernando MUÑOZ (2006b), "'Ethical Novelty': New Insights into Economic Change", en *Economic Analysis. Working Papers. Series 3*. Department of Economic Analysis: Economic Theory and Economic History, Madrid, Universidad Autónoma de Madrid.
- CHANDLER JR., Alfred (1977), *The Visible Hand. The Managerial Revolution in American Business*, Cambridge/Londres, The Belknap Press of Harvard University Press.
- COOKE, Philip; Mikel GÓMEZ URANGA y Goio ETXEBARRIA (1997), "Regional Innovation Systems: Institutional and Organisational Dimensions", en *Research Policy*, vol. 26, núms. 4-5, pp. 475-491.
- DODGSON, Mark; Alan HUGHES, John FOSTER y Stanley METCALFE (2011), "Systems Thinking, Market Failure, and the Develop-

- ment of Innovation Policy: The Case of Australia", en *Research Policy*, vol. 40, núm. 9, pp. 1145-1156.
- DOPFER, Kurt (2004), "The Economic Agent as Rule Maker and Rule User: *Homo Sapiens Oeconomicus*", en *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 14, núm. 2, pp. 177-195.
- _____ (2005), "Evolutionary Economics: A Theoretical Framework", en Kurt Dopfer (ed.), *The Evolutionary Foundations of Economics*, Cambridge, Cambridge University Press.
- _____ (2011), "Evolution and Complexity in Economics Revisited", en *Papers on Economics and Evolution*, núm. 1102, Jena, Alemania, Max Planck Institute of Economics Evolutionary Economics Group.
- _____ y Jason POTTS (2004), "Evolutionary Foundations of Economics", en Stanley Metcalfe y John Foster (eds.), *Evolution and Economic Complexity*, Cheltenham, Edward Elgar.
- _____; John FOSTER y Jason POTTS (2004), "Micro-Meso-Macro", en *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 14, pp. 263-279.
- _____ y Jason POTTS (2008), *The General Theory of Economic Evolution*, Nueva York, Routledge.
- _____ y Jason POTTS (2009), "On the Theory of Economic Evolution", en *Evolutionary and Institutional Economics Review*, vol. 6, pp. 23-44.
- ELY, Roland T. (2001), *Cuando reinaba su majestad el azúcar: estudio histórico-sociológico de una tragedia latinoamericana, el monocultivo en Cuba*, La Habana, Imagen Contemporánea.
- ENCINAR, María Isabel (2002), *Análisis de las propiedades de "consistencia" y "realizabilidad" en los planes de acción. Una perspectiva desde la teoría económica*, Madrid, Universidad Autónoma de Madrid.
- _____ y Félix Fernando MUÑOZ (2006), "On Novelty and Economics: Schumpeter's Paradox", en *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 16, pp. 255-277.
- FERNÁNDEZ DE PINEDO, Nadia (2006), "Crecimiento agrícola y comercio exterior de Cuba con España, 1790-1810", en José A. Piqueras e Imilce Balboa (eds.), *La excepción americana: Cuba en el ocaso del imperio colonial*, Valencia, Fundación Instituto de Historia Social.

- _____; J. Patricio SÁIZ y David PRETEL (2011), "Patents, Sugar Technology and Sub-Imperial Institutions in Nineteenth Century Cuba", en *History of Technology*, vol. 30, pp. 46-62.
- FOSTER, John (2005), "From Simplistic to Complex Systems in Economics", en *Cambridge Journal of Economics*, vol. 29, núm. 6, pp. 873-892.
- ____ y Stanley METCALFE (2001), "Modern Evolutionary Economic Perspectives: An Overview", en John Foster y Stanley Metcalfe (eds.), *Frontiers of Evolutionary Economics. Competition, Self-Organization, and Innovation Policy*, Cheltenham, Edward Elgar.
- ____ y Werner HÖLZL (eds.) (2004), *Applied Evolutionary Economics and Complex Systems*, Cheltenham, Edward Elgar.
- FREEMAN, Christopher (1987), *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, Londres, Printer.
- ____ y Francisco LOUÇÁ (2001), *As Time Goes By: From the Industrial Revolutions to the Information Revolution*, Oxford, Oxford University Press.
- FUNES, Reinaldo (2012), "Especialización azucarera y crisis de la ganadería en Cuba, 1790-1868", en *Historia Agraria. Revista de Agricultura e Historia Rural*, vol. 57, pp. 105-134.
- FUSTER, Joaquín (2003), *Cortex and Mind. Unifying Cognition*, Nueva York, Oxford University Press.
- ____ (2008), *The Prefrontal Cortex*, Ámsterdam, Academic Press.
- HABER, Stephen (2010), "Politics, Banking, and Economic Development: Evidence from New World Economies", en Jared Diamond y James A. Robinson (eds.), *Natural Experiments of History*, Cambridge, MA, Harvard University Press.
- HANDS, D. Wade (2001), *Reflection without Rules. Economic Methodology and Contemporary Science Theory*, Cambridge, Cambridge University Press.
- HARPER, David A. y Anthony M. ENDRES (2012), "The Anatomy of Emergence with a Focus upon Capital Formation", en *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 82, núm. 2-3, pp. 352-367.
- HAYEK, Friedrich A. (1937), "Economics and Knowledge", en *Economica*, vol. 4, pp. 33-54.

- ____ (1945), "The Use of Knowledge in Society", en *The American Economic Review*, vol. 35, núm. 4, pp. 519-530.
- ____ (1952), *The Sensory Order. An Inquiry into the Foundations of Theoretical Psychology*, Chicago, The University of Chicago Press.
- ____ (1988), *The Fatal Conceit: The Errors of Socialism*, Londres, Routledge.
- HODGSON, Geoffrey M. (1988), *Economics and Institutions*, Cambridge, Polity Press.
- ____ (1993), *Economics and Evolution: Bringing Back Life into Economics*, Cambridge, Ann Arbor/Polity Press/University of Cambridge Press.
- ____ (2004), *The Evolution of Institutional Economics*, Londres, Routledge.
- ____ (2006), "What are Institutions?", en *Journal of Economic Issues*, vol. XL, núm. 1, pp. 1-26.
- ____ y Thorbjørn KNUDSEN (2012), "Agreeing on Generalized Darwinism: A Response to Pavel Pelikan", en *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 22, núm. 1, pp. 9-18.
- HODGSON, Geoffrey y Thorbjørn KNUDSEN (2007), "Evolutionary Theorizing Beyond Lamarckism: a Reply to Richard Nelson", en *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 17, núm. 3, pp. 353-359.
- HORGAN, John (1997), *The End of Science: Facing the Limits of Knowledge in the Twilight of the Scientific Age*, Nueva York, Addison-Wesley.
- KIRMAN, Alan (1997), "The Economy as an Evolving Network", en *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 7, núm. 4, pp. 339-353.
- KNIGHT, Frank H. (1921), *Risk, Uncertainty, and Profit*, Boston, Houghton Mifflin.
- KRUGMAN, Paul (1996), *The Self-Organizing Economy*, Cambridge/Oxford, Blackwell Publishers.
- LEVIT, Georgy; Uwe HOSSFELD y Ulrich WITT (2011), "Can Darwinism Be 'Generalized' and of what Use Would this Be?", en *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 21, núm. 4, pp. 545-562.
- LOASBY, Brian (1999), *Knowledge, Institutions and Evolution in Economics*, Londres, Routledge.

- _____ (2001), "Time, Knowledge and Evolutionary Dynamics: Why Connections Matter", en *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 11, núm. 4, pp. 393-412.
- _____ (2002), "The Evolution of Knowledge: Beyond the Biological Model", en *Research Policy*, vol. 31, núm. 8-9, pp. 1227-1239.
- _____ (2003), "Closed Models and Open Systems", en *Journal of Economic Methodology*, vol. 10, núm. 3, pp. 285-306.
- _____ (2005), "Entrepreneurship, Evolution and the Human Mind", en *Papers on Economics and Evolution*, Jena, Alemania, Max Planck Institute of Economics Evolutionary Economics Group.
- LUNDVALL, Bengt-Åke (ed.) (1992), *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Londres, Printer.
- MALERBA, Franco (ed.) (2004), *Sectoral Systems of Innovation: Concept, Issues and Analysis of Six Major Sectors in Europe*, Cambridge, Cambridge University Press.
- _____ (2006), "Innovation and the Evolution of Industries", en *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 16, núm. 1-2, pp. 3-23.
- METCALFE, J. Stanley (1998), *Evolutionary Economics and Creative Destruction*, Londres, Routledge.
- _____ (2004), "The Entrepreneur and the Style of Modern Economics", en *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 14, núm. 2, pp. 157-175.
- MILLER, John H. y Scott E. PAGE (2007), *Complex Adaptive Systems. An Introduction to Computational Models of Social Life*, Princeton, Princeton University Press.
- MIROWSKI, Philip (1989), *More Heat than Light: Economics as Social Physics. Physics as Nature's Economics*, Cambridge, Cambridge University Press.
- MISES, Ludwig van (1949), *Human Action: A Treatise on Economics*, New Haven, Yale University Press.
- MUÑOZ, Félix Fernando y María Isabel ENCINAR (2014a), "Agents Intentionality, Capabilities, and the Performance of Systems of Innovation", en *Innovation: Management, Policy and Practice*, vol. 16, núm. 1, pp. 71-81.

- _____ y María Isabel ENCINAR (2014b), "Intentionality and the Emergence of Complexity: An Analytical Approach", en *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 24, núm. 2, pp. 317-334.
- _____; María Isabel ENCINAR y Carolina CAÑIBANO (2011), "On the Role of Intentionality in Evolutionary Economic Change", en *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 22, núm. 3, pp. 193-203.
- MURMANN, J. Peter (2003), *Knowledge and Competitive Advantage: The Coevolution of Firms, Technologies and National Institutions*, Cambridge, Cambridge University Press.
- NELSON, Richard (2007), "Comment on: Dismantling Lamarckism: Why Descriptions of Socio-Economic Evolution as Lamarckian are Misleading, by Hodgson and Knudsen", en *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 17, núm. 3, pp. 349-352.
- _____ (2008), "What Enables Rapid Economic Progress: What are the Needed Institutions?", en *Research Policy*, vol. 37, núm. 1, pp. 1-11.
- _____ y Sidney G. WINTER (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Belknap Press of Harvard University Press.
- _____ y Bhaven N. SAMPAT (2001), "Making Sense of Institutions as a Factor Shaping Economic Performance", en *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 44, núm. 1, pp. 31-54.
- NORTH, Douglass C. (1990), *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*, Cambridge, Cambridge University Press.
- _____ (2005), *Understanding the Process of Economic Change*, Princeton, Princeton University Press.
- OZAWA, Terutomo (2005), *Institutions, Industrial Upgrading, and Economic Performance in Japan. The 'Flying Geese' Paradigm of Catch-Up Growth*, Cheltenham, Edward Elgar.
- PENROSE, Edith Tilton (1952), "Biological Analogies in the Theory of the Firm", en *The American Economic Review*, vol. 42, núm. 5, pp. 804-819.
- PÉREZ, Carlota (2002), *Revoluciones tecnológicas y capital financiero. La dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza*, México/Buenos Aires, Siglo XXI.

- PRETEL, David y Nadia FERNÁNDEZ DE PINEDO (2015), "Foreign Technology, and Transnational Expertise in 19th Century Cuba", en Adrián Leonard y David Pretel (eds.), *The Caribbean and the Atlantic World Economy: Circuits of Trade, Money, and Knowledge, 1650-1914*, Londres, Palgrave-Macmillan/Cambridge Imperial and Post-Colonial Studies Series, capítulo 12.
- POTTS, Jason (2000a), *Evolutionary Microeconomics and the Theory of Expectations*, Discussion Papers Series 270, Queensland, University of Queensland, Department of Economics.
- (2000b), *The New Evolutionary Microeconomics. Complexity, Competence and Adaptive Behaviour*, Cheltenham, Edward Elgar.
- PRICE, George R. (1972), "Fisher's 'Fundamental Theorem' Made Clear", en *Annals of Human Genetics*, vol. 36, núm. 2, pp. 129-140.
- REBELLO, Carlos (1860), *Estados relativos a la producción azucarera de la isla de Cuba: formados competentemente y con autorización de la Intendencia de Ejército y Hacienda*, La Habana.
- ROBBINS, Lionel (1932), *An Essay on the Nature and Significance of Economic Science*, Londres, Macmillan.
- ROBERTS, Richard (1992), *Schroders: Merchants and Bankers*, Londres, Macmillan.
- ROLDÁN DE MONTAUD, Inés (2004), *La banca de emisión en Cuba (1856-1898)*, Madrid, Banco de España, Servicio de Estudios.
- ROSSER, John B. (ed.) (2004), *Complexity in Economics. Methodology, Interacting Agents, and Microeconomic Models*, Cheltenham/Northampton, Edward Elgar.
- (2012), "Emergence and Complexity in Austrian Economics", en *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 81, núm. 1, pp. 122-128.
- RUBIO DE URQUÍA, Rafael (2003), "Estructura fundamental de la explicación de procesos de 'autoorganización' mediante modelos teórico-económicos", en Rafael Rubio de Urquía, Francisco J. Vázquez y Félix Fernando Muñoz (eds.), *Procesos de autoorganización*, Madrid, Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales Francisco de Vitoria/Aedos-Unión Editorial.
- (2005), "La naturaleza y estructura fundamental de la teoría económica y las relaciones entre los enunciados teórico-econó-

- micos y enunciados antropológicos", en Rafael Rubio de Urquía, E. M. Ureña, y F. F. Muñoz (eds.), *Estudios de teoría económica y antropología*, Madrid, Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales Francisco de Vitoria/Aedos-Unión Editorial, pp. 23-198.
- SCHUMPETER, Joseph A. (1912 [1934]), *The Theory of Economic Development. An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle*, Harvard, Transaction Publishers.
- SEARLE, John R. (1983), *Intentionality. An Essay in the Philosophy of Mind*, Cambridge, Cambridge University Press.
- (2001), *Rationality in Action*, Cambridge, The MIT Press.
- SEN, Amartya K. (1993), "Internal Consistency of Choice", en *Econometrica*, vol. 61, núm. 3, pp. 495-521.
- SHACKLE, George Lennox S. (1972), *Epistemics and Economics*, Cambridge, Cambridge University Press.
- (1977), "Time and Choice: Keynes Lecture in Economics", en *Proceedings of the British Academy*, vol. LXII, pp. 309-329.
- SILVA, Sandra y Aurora TEIXEIRA (2009), "On the Divergence of Evolutionary Research Paths in the Past 50 Years: A Comprehensive Bibliometric Account", en *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 19, núm. 5, pp. 605-642.
- SIMON, Herbert A. (1955), "A Behavioral Model of Rational Choice", en *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 69, núm. 1, pp. 99-118.
- (1962), "The Architecture of Complexity: Hierarchic Systems", en *Proceedings of the American Philosophical Society*, vol. 106, núm. 6, pp. 467-482.
- (1983), *Reason in Human Affairs*, Stanford, Stanford University Press.
- STIGLITZ, Joseph E. (2000), "The Contributions of the Economics of Information to Twentieth Century Economics", en *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 115, núm. 4, pp. 1441-1478.
- (2002), "Information and the Change in the Paradigm in Economics", en *The American Economic Review*, vol. 92, núm. 3, pp. 460-501.
- TIEBEN, Bert (2012), *The Concept of Equilibrium in Different Economic Traditions. An Historical Investigation*, Cheltenham, Edward Elgar.

- VANBERG, Viktor (2006), "Human Intentionality and Design in Cultural Evolution", en Christian Schubert y Georg von Wangenheim (eds.), *Evolution and Design of Institutions*, Londres/Nueva York, Routledge.
- VEBLEN, Thorstein (1899), *The Theory of the Leisure Class: An Economic Study of Institutions*, Nueva York, Macmillan.
- VIDELA, Ludovico y Javier GONZÁLEZ FRAGA (eds.) (2010), *Raúl Prebisch. Su vida y su obra*, Madrid/Buenos Aires, Unión Editorial.
- WAGNER, Richard (2012), "A Macro Economy as an Ecology of Plans", en *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 82, núm. 2-3, pp. 433-444.
- WILLIAMSON, Oliver (1985), *The Economic Institutions of Capitalism*, Nueva York, Free Press.
- WITT, Ulrich (2003), *The Evolving Economy*, Cheltenham, Edward Elgar.
- _____ (2004), "On the Proper Interpretation of 'Evolution' in Economics and its Implications for Production Theory", en *Journal of Economic Methodology*, vol. 11, núm. 2, pp. 125-146.
- _____ (2006), "Evolutionary Concepts in Economics and Biology", en *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 16, núm. 5, pp. 473-476.
- _____ (2008), "What is Specific about Evolutionary Economics?", en *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 18, núm. 5, pp. 547-575.

4. Un análisis microeconómico de los efectos de la innovación en el desarrollo y el bienestar social*

Gustavo Vargas Sánchez**

Carlos Mario Rodríguez Peralta***

INTRODUCCIÓN: INNOVACIÓN Y BIENESTAR SOCIAL

En su *Teoría del desenvolvimiento económico*, Schumpeter propone que la innovación es la fuerza motriz del desarrollo económico, con lo cual abre una nueva era en la teoría económica, donde la innovación se convierte en el objeto de estudios de diferentes escuelas de pensamiento económico.

Previamente, economistas clásicos como Adam Smith, David Ricardo y Karl Marx ya habían abordado las diferentes formas de innovación; por ejemplo, Smith explica la creación y aumento de la riqueza de las naciones y de las empresas gracias a la innovación organizacional en la forma de una nueva división del trabajo. El mismo Marx estudió el impacto de la introducción de las innovaciones en la industria textil y manufacturera en general, en la época del desarrollo temprano del capitalismo. Ricardo, por su parte, profundiza en el mismo sentido. Sin embargo, fue Schumpeter quien abordó de forma sistemática el fenómeno de la innovación como el mecanismo que conduce al desarrollo económico. De ahí su gran relevancia en la época contemporánea.

Schumpeter acuñó el concepto de innovación para identificar las nuevas combinaciones de los recursos productivos, o formas de producción, identificando cinco casos: la introducción de un nuevo bien

* Los autores agradecen el apoyo en la elaboración de este artículo a la DGAPA a través del programa PAPIME, clave PE305313.

** Profesor titular C de tiempo completo en la Facultad de Economía de la UNAM (vargassanchez01@live.com.mx).

*** Estudiante de doctorado en la Facultad de Economía de la UNAM (fisión0sc@gmail.com).

o de una nueva calidad, la introducción de un nuevo método de producción, la apertura de un nuevo mercado, la conquista de una nueva fuente de aprovisionamiento de materias primas o de bienes semi-manufacturados y la creación de una nueva organización de cualquier industria, como la posición de monopolio, o bien, la anulación de una posición de monopolio que había existido con anterioridad (Schumpeter, 1912).

El resultado de una innovación exitosa, en términos económicos, representa para la empresa una ganancia incrementada, a la cual le llama ganancia de la innovación. Esta ganancia es la motivación por la cual los empresarios y las empresas buscan, desarrollan e introducen innovaciones. El resultado de este cambio en las formas de producción, en primer lugar para la empresa innovadora y en segundo momento, dado el efecto de seguimiento, para las demás empresas que adoptan esa nueva tecnología o cambio, desencadena un proceso que acelera los intercambios y la producción, lo que finalmente resultará en el crecimiento económico (Schumpeter, 1934).

Diferentes economistas han continuado estudiando la innovación desde distintos enfoques. Desde la visión de la microeconomía, por ejemplo, Sylos Labini agrupa las innovaciones en tres tipos: la producción de nuevos bienes, la variación en la calidad de los productos y las variaciones en los coeficientes técnicos de la producción (Sylos Labini, 1966:165). Para este autor la innovación tecnológica es fundamental para explicar el desarrollo económico, además de considerar que ésta posee la cualidad económica de abrir nuevas oportunidades de inversión, lo que da lugar al crecimiento económico.

La teoría neoclásica tardó muchos años en incorporar la teoría de la innovación en su marco analítico, y lo ha hecho con muchas limitaciones. Una de ellas es considerarla como un factor exógeno. La segunda y más importante viene dada por su agenda de investigación y su estructura teórico conceptual, las cuales la conducen a la conclusión de que las innovaciones dan lugar, de forma automática, al crecimiento económico con bienestar social. Es esta relación mecánica la que deseamos poner a discusión.

En otras palabras, desde la perspectiva del análisis microeconómico, nos preguntamos: en el contexto del capitalismo moderno, donde

las innovaciones se reproducen en la mayoría de las industrias, en algunas a una velocidad nunca antes vista, y el bienestar social parece estancado o en retroceso, ¿las innovaciones conducen de forma automática al crecimiento económico y simultáneamente a un mejoramiento en el nivel de bienestar social?

Por la respuesta entusiasta de las políticas de innovación y de emprendimiento que dominan los discursos de los políticos de casi todos los países, pareciera que la contestación a nuestra pregunta es obviamente positiva. Sin embargo, la existencia de una tendencia creciente a las innovaciones de todo tipo y de la productividad contrasta con un creciente desempleo estructural en todas las economías, desarrolladas y subdesarrolladas. En adición a lo anterior, la reducción en las tasas de crecimiento global, el rezago en los salarios generales y manufactureros, así como la creciente desigualdad social observada en todas partes, nos permite cuestionar aquella idea de que a mayor innovación, mayor crecimiento y bienestar social.

LA CAUSALIDAD DE LA INNOVACIÓN Y DEL BIENESTAR EN EL ENFOQUE CLÁSICO

En este grupo las interpretaciones teóricas coinciden en que las innovaciones originan crecimiento económico por su efecto en términos de difusión del conocimiento y la nueva tecnología. De igual forma, coinciden en los efectos positivos sobre el bienestar social. Podemos incluir a Smith y a la corriente de la microeconomía neoclásica en este primer grupo.

Adam Smith fue el primer economista que trató de analizar de forma sistemática los efectos de la innovación sobre el desempeño de las empresas y la economía en su conjunto. La división del trabajo y en particular sus mejoras son una forma de innovación, que ahora conocemos como cambio organizacional. Smith considera dos dimensiones en el estudio de los efectos económicos de la innovación: en primer lugar, se presenta un cambio en la empresa innovadora, la división del trabajo da lugar a un aumento de la productividad del trabajo, aun cuando no haya ningún cambio tecnológico; esto produce una especiali-

zación del trabajo dentro de la empresa y nuevo conocimiento, el cual abre las posibilidades de la introducción de maquinaria y nuevo equipo productivo. El efecto interno en la empresa consiste en que la innovación reduce los costos unitarios del producto, haciendo a la empresa más rentable.

En segundo lugar, el efecto social o económico en el resto de la economía consiste, por un lado, en que la división social del trabajo se profundiza, y por otro, que en una economía como la estudiada por Smith, caracterizada por múltiples productores pequeños, el conocimiento y las innovaciones se difundirán dentro de la economía, por lo que la nueva tecnología sería adoptada por las demás empresas. El resultado de este proceso de innovación y difusión se expresaría en una reducción de los costos vía la competencia en los precios finales en todo el mercado. La reducción de los precios se convierte en un crecimiento del salario real y de su poder adquisitivo, por lo que el efecto social del bienestar estaría relacionado con la reducción de los precios (Sylos Labini, 1988:99).

Es conveniente subrayar que el resultado final en el bienestar estaría mediado por la reducción de los precios, lo cual abriría la posibilidad a más compradores de adquirir el producto (a aquellos consumidores con un ingreso menor) y permitiría a los demandantes, quienes lo adquirirían al precio anterior, destinar su ingreso excedente a la compra de otros productos. Así, el precio baja y la cantidad producida y demandada aumenta, dando lugar a un incremento en el bienestar general. Dos supuestos están implícitos en el razonamiento de Adam Smith: que los capitales pueden fluir con cierta facilidad hacia las actividades más rentables, lo que implica que no existen o casi no existen barreras a la entrada y salida de las industrias y, en segundo lugar, que el conocimiento y la información fluyen libremente entre las empresas.

En síntesis, el proceso de innovación-difusión explica que otras empresas adopten las innovaciones y puedan verse beneficiadas por la reducción de costos, lo que en un mercado competitivo haría que los precios bajaran en todos los mercados, lo cual traería consigo el incremento del bienestar social. Con algunas variantes, esta interpretación también está presente en Marx, el cual supone que el libre flujo de capitales tiende a la igualación de la tasa de ganancia.

MICROECONOMÍA NEOCLÁSICA Y LA INNOVACIÓN

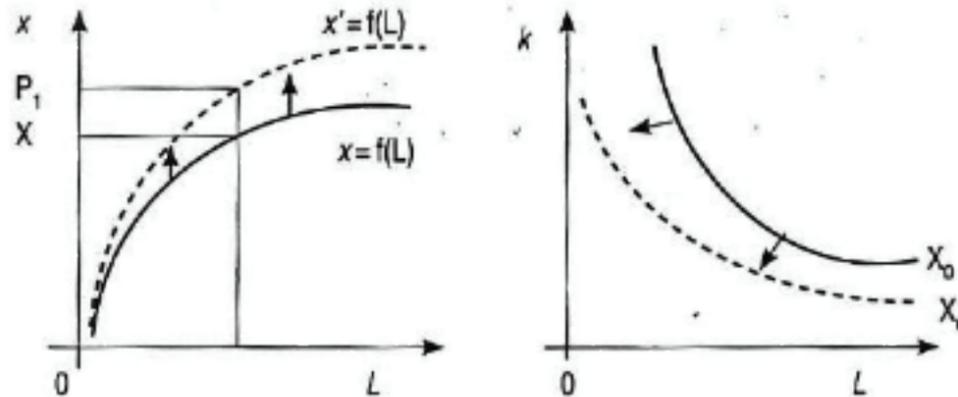
La teoría neoclásica coincide con las conclusiones planteadas por A. Smith, sin embargo lo hace desde su propio marco conceptual. Podemos encontrar dos escenarios en los que se explica los efectos de la innovación, uno es en competencia perfecta, y el otro en competencia imperfecta (monopolio). En ambos casos las conclusiones son similares.

Dentro de este enfoque, el mercado cumple una función fundamental: determina los precios y las cantidades de equilibrio, los cuales en el largo plazo garantizan que se logre el bienestar social óptimo. Por tanto, el precio, que es la variable que buscamos analizar, está determinado por las libres fuerzas de la oferta y la demanda. Dicho precio se modificará en el corto plazo por cambios en cualquiera de esos factores, pero en el largo plazo su comportamiento se va a relacionar con los cambios en el lado de la oferta y en particular con la tecnología, implícita en las condiciones de la oferta. Es debido a esta lógica que el estudio de las innovaciones y su efecto se debe orientar hacia el lado de la oferta.

La elaboración teórica de partida para la construcción de la teoría de la oferta, la cual sirve como base para los modelos tanto de competencia perfecta como imperfecta, es la definición de la función de producción. Ésta la han definido como una función matemática que especifica la producción máxima que se puede producir con una cantidad determinada de insumos. Se supone que esta función refleja los conocimientos y el estado de la tecnología y la ingeniería correspondiente a la actividad productiva (Samuelson y Nordhaus, 2010; Varian, 2011; Vargas, 2006). Un segundo supuesto es el que los factores o insumos de la producción, en particular el trabajo y el capital, son sustitutos, lo cual les permite construir las conocidas curvas de isocostos, las cuales, en tangencia con la línea isocuanta, determinan el equilibrio de la empresa, en el uso del capital y el trabajo. En el corto plazo, el precio está sujeto a movimientos temporales de oferta y de demanda; la tecnología se mantiene constante y es sólo en el largo plazo donde se admiten los cambios de carácter tecnológico.

Un desarrollo tecnológico (una innovación de tecnología) en primer lugar desplaza hacia arriba la función de producción, elevando la producción y la productividad del trabajo y del capital, al mismo tiempo que desplaza hacia abajo la isocuanta de producción. Como afirma A. Koutsoyiannis, la mejora tecnológica se expresa en que "se puede obtener el mismo volumen de producción con menos insumos de factores, o un mayor volumen de producción con los mismos insumos" (véase la gráfica 1) (Koutsoyiannis, 1988:95).

Gráfica 1
Efecto del desarrollo tecnológico

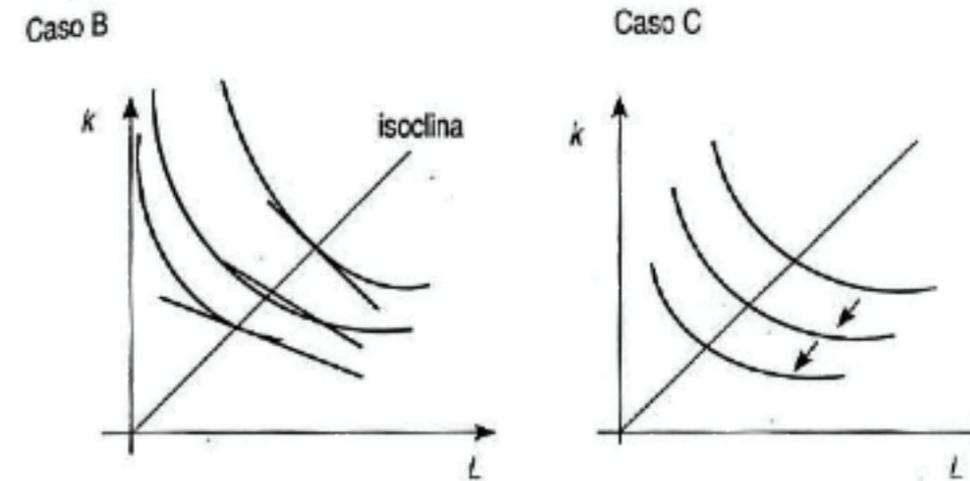


FUENTE: elaboración propia con base en Koutsoyiannis (1988:95).

El progreso tecnológico, de acuerdo con Hicks, puede ocasionar cualquiera de los siguientes tres casos: a) progreso tecnológico intensificador de capital, que incrementa el producto marginal del capital en una medida mayor que el producto marginal de la mano de obra; b) progreso tecnológico intensificador de mano de obra si —dada la relación K/L es constante— la productividad marginal del trabajo aumenta más que la del capital, y c) progreso tecnológico neutral, cuando la productividad marginal del trabajo y del capital varían en el mismo porcentaje.

Cualquiera que sea el resultado en términos de los tres casos anteriores, se obtienen dos efectos: aumenta la productividad marginal del trabajo (y por definición el pago o ingreso del trabajo) y, en segundo lugar, las empresas podrán producir con costos medios y marginales

Gráfica 2
Tipos de progreso técnico de Hicks



inferiores a los previos al cambio tecnológico. Por tanto, la curva de la oferta se desplaza hacia abajo y a la derecha dando lugar a la curva de costos marginales de largo plazo. Estos resultados, por su carácter tecnológico son válidos tanto para el caso de competencia perfecta, como para la de carácter imperfecto.

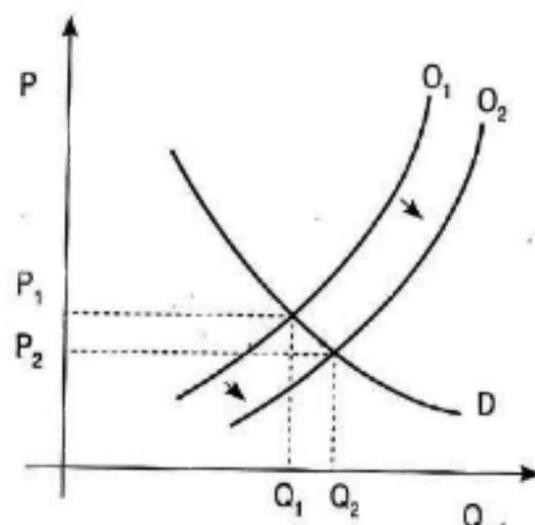
Competencia perfecta e innovación

Bajo el escenario y los supuestos de competencia perfecta definidos por la teoría neoclásica, el precio de equilibrio se determina en el mercado por la interacción de las curvas de la oferta y la demanda. Una innovación tecnológica generará un desplazamiento de los costos medios, lo que determina un traslado de la curva de costos marginales hacia abajo. Dados los supuestos de libre flujo de información y capitales, tendrá lugar un proceso automático de difusión de la tecnología, por lo que todas las empresas serán capaces de introducir las mismas innovaciones y producir a menores costos. El resultado final es que los precios se reducen, al tiempo que las cantidades producidas aumentan. La gráfica 3 representa este efecto, dados los supuestos del modelo de empresa representativa, donde ésta refleja lo que ocurre con las otras empresas en toda la industria.

En síntesis, en el caso de la empresa en competencia perfecta, las innovaciones se acompañan de un mecanismo de difusión automático

al resto de las empresas, con lo cual lo que ocurre en el mercado es una reducción del precio y un aumento de la cantidad producida. En la figura anterior el precio baja a P_2 y la cantidad producida aumenta a Q_2 . El resultado es un mejoramiento en el estado de bienestar social general.

Gráfica 3
Efecto de la innovación en competencia perfecta



Monopolio e innovación

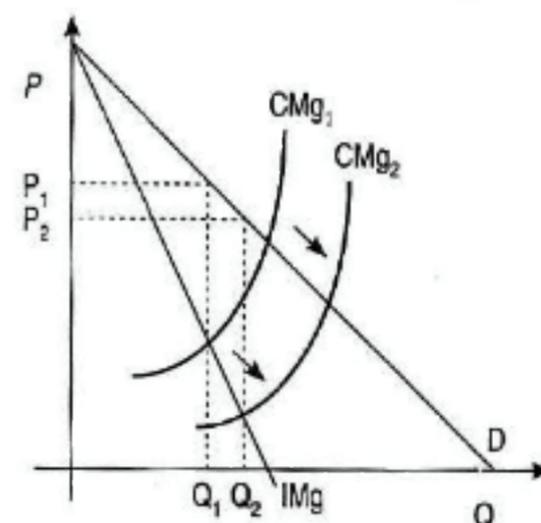
En la teoría neoclásica, aun en el caso del monopolio, dadas las características tecnológicas ya definidas, un cambio tecnológico, y en general una innovación productiva u organizacional, da lugar a un desplazamiento de la función de producción, lo cual provocará que sus costos disminuyan y que su productividad aumente.

Como tenemos sólo una empresa, ésta enfrenta la demanda total del mercado, por lo que el punto de equilibrio del monopolio, dado que el comportamiento del productor se asume como racional en el sentido optimizador, se ubica donde el ingreso marginal es igual al costo marginal maximizando sus beneficios (Pindyck y Rubinfeld, 2001:338).

En segundo lugar, cuando se presenta una innovación no existe el efecto difusión pues sólo existe una empresa (el monopolio), que en este caso sería un "monopolio innovador". Asumiendo que esto ocurra, habiéndose dado una reducción de costos, el ingreso marginal no se modifica pero los costos marginales se reducen, por lo que el punto

de equilibrio se encuentra en un nivel inferior al del equilibrio anterior, lo cual determina que el precio baje y la cantidad producida aumente. Suponiendo que en este nuevo punto de equilibrio los beneficios sean superiores a los que previamente obtenía el monopolio, éste producirá en el nuevo nivel. Como lo muestra la gráfica 4, los precios bajan a P_2 , la cantidad aumenta a Q_2 y el nivel de bienestar de la sociedad aumenta.

Gráfica 4
Efecto de la innovación en monopolio



FUENTE: elaboración propia con base en Pindyck y Rubinfeld (2001:338).

En síntesis, en el caso del monopolio los resultados son, por una parte, un aumento de la productividad total (de la productividad del trabajo, y con éste, del salario de los trabajadores), y por otra, la innovación se traduce en menores precios y en un aumento de la cantidad producida, por lo que se garantiza que el bienestar social también aumente.

Oligopolio: el caso de la empresa líder y la seguidora

El aparato neoclásico también puede aplicarse en el caso en que exista más de una sola empresa en el mercado; por ejemplo, que exista una empresa líder y una o más seguidoras. Veamos lo que ocurre con una innovación.

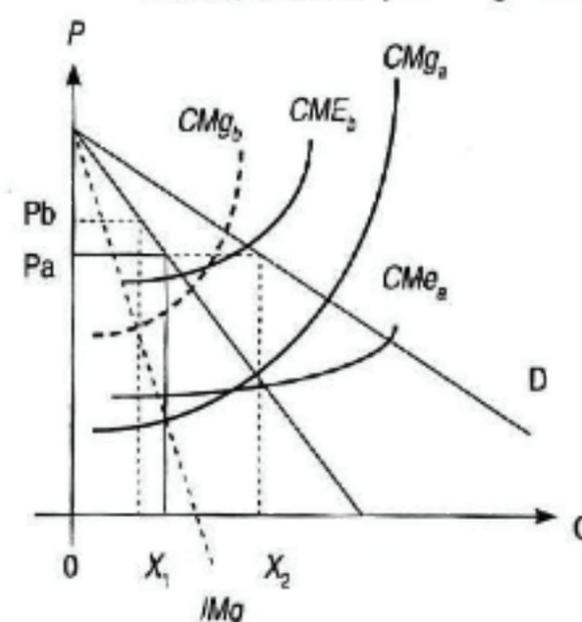
En primer lugar, las características tecnológicas no se alteran en relación con los casos anteriores, y el efecto de innovación se traduce en un desplazamiento de la función de producción hacia arriba y una reducción de los costos medios y marginal. Al existir más de una sola empresa en el mercado, existe el efecto difusión. En segundo lugar, el comportamiento de las empresas es diferenciado, sólo la empresa líder es racional en el sentido de que fija su precio guiándose por la regla de que los ingresos marginales sean iguales a los costos marginales. En cambio, las otras empresas (las seguidoras) son receptoras del precio y normalmente no maximizarán sus beneficios adoptando el precio de la líder.

Tomemos como ejemplo el caso en el que existe un duopolio; el producto en ambos es homogéneo y la innovación da lugar a distintos costos, los cuales se explican, por ejemplo, por el retardo para adoptar la nueva tecnología; sin embargo ambas empresas venden al mismo precio.

Para la empresa líder A, la introducción de una innovación le da una ventaja en términos de menores costos medios y marginales, por lo que el nuevo punto de equilibrio la lleva a fijar un precio menor (P_2) y una cantidad mayor de producción. En este punto, la empresa seguidora B, que reporta altos costos, decidirá adoptar el nuevo precio aunque ella ya no maximice sus beneficios. No obstante, la empresa seguidora podría obtener un beneficio más alto produciendo un menor volumen (X_{b_0}) y vendiéndolo a un precio más alto (P_b), pero —siguiendo el argumento neoclásico— en este caso prefiere seguir a la empresa líder sacrificando parte de sus beneficios a fin de evitar una guerra de precios, lo que podría eliminarla si los mismos bajaran hasta el grado de no cubrir su costo medio de largo plazo. Este argumento se puede seguir en el caso de que las empresas operen en mercados distintos (Koutsoyiannis, 1988) (véase la gráfica 5).

Lo importante de este caso es que, aun cuando la innovación se acompaña de un efecto difusión y adopción (aunque imperfecta), el resultado se traduce en aumentos en la productividad y en los salarios, así como en la reducción de precios y en el consiguiente aumento de la cantidad demandada y vendida. El resultado final es un aumento del bienestar social.

Gráfica 5
El caso de una empresa líder y una seguidora



FUENTE: elaboración propia con base en Koutsoyiannis (1988).

En contraste con estas conclusiones, que se derivan de una innovación en el marco del funcionamiento del mercado y del comportamiento racional de los productores, la teoría poskeynesiana plantea resultados diferentes.

TEORÍA POSKEYNESIANA Y LA INNOVACIÓN

La teoría microeconómica de la oferta en la escuela poskeynesiana presenta una visión que contrasta con la visión neoclásica, tanto en su discurso analítico como en sus resultados. Si bien ambas teorías coinciden en que la innovación es uno de los mecanismos más importantes que explican el crecimiento económico, las diferencias se presentan en el aparato conceptual de análisis y en las conclusiones sobre los efectos de la innovación en el crecimiento y el bienestar.

A continuación examinamos, en primer lugar, algunos elementos fundamentales para comprender el marco teórico microeconómico de la teoría poskeynesiana (su enfoque de empresa, precios y costos, margen de ganancias e inversión), elementos importantes para com-

prender su interpretación de la innovación; estudiaremos, en segundo lugar, los efectos de las innovaciones (en la empresa, en la industria y la distribución del ingreso). En esta escuela se analizan las aportaciones de Eichner, Harcourt, Kenyon y Sylos Labini, entre otros.

Enfoque de empresa

En el enfoque poskeynesiano (EPK), la empresa no es un actor pasivo dentro del mercado en el cual opera. Existe una relación de efecto y causa en un proceso complejo que evoluciona en el tiempo, el cual modifica tanto a las empresas como a los consumidores. La empresa es, por tanto, el actor económico fundamental, cuyas acciones afectan directamente el desarrollo de la economía.

Para A. Eichner, la empresa relevante en la época actual del capitalismo es la *megacorporación*, entendida como una organización compleja en continuo crecimiento, que tiene poder para determinar sus precios. El mercado no es un espacio homogéneo donde los agentes participen en igualdad de circunstancias y con el mismo poder e influencia. El mercado de producción capitalista se encuentra dominado por esas grandes empresas o corporaciones, cuyas decisiones influyen y afectan a las otras empresas, a los consumidores y a las instituciones.

La megacorporación en una industria oligopólica es un concepto que captura la esencia del sistema productivo actual, ya que se caracteriza por el predominio de organizaciones oligopólicas en el ámbito industrial, con el poder suficiente para fijar el precio de sus productos aplicando un *mark up* (margen de beneficio) sobre sus costos, y con la capacidad de gestionar los procesos de financiamiento de la empresa para su expansión y crecimiento constante (Eichner, 1988:29).

En este mismo sentido, Sylos Labini utiliza el concepto de oligopolio para caracterizar a la empresa capitalista dominante en una industria; ésta la define como una estructura en donde existen una o dos grandes empresas con capacidad para controlar el mercado.

Por otra parte, este autor muestra que en el mercado pueden coexistir, junto a los oligopolios, medianas y pequeñas empresas que también participan en la industria, pero que tienen, en general, un papel menos relevante en términos de fijación de precios; no obstante, al con-

formar parte de la oferta de la industria, resultan importantes para determinar un precio en el mercado. Así, las empresas de menor tamaño producen a mayores costos, pero, al conjugarse con la producción de la gran empresa, la cantidad producida por ellas se vuelve relevante para la determinación de un precio de equilibrio del mercado en una industria. En este escenario de interacción de empresas de diversos tamaños, la entrada de una nueva empresa significa la alteración del precio, de manera que su ingreso no es factible en términos de costos.

Para Lee (1988), en un enfoque más amplio de la heterodoxia, la empresa es una unidad de producción de bienes y servicios, con el fin de venderse para obtener una ganancia. Dichos bienes deben tener la cualidad de satisfacer las necesidades de los consumidores, pero el objetivo de la empresa no es satisfacer las necesidades de los compradores, sino obtener ganancias. Así, las empresas construyen y desarrollan estrategias de todo tipo para vender sus productos, crecer y dominar su mercado.

Las empresas poseen al menos cuatro características: *a)* son unidades de producción, *b)* son entidades históricas, *c)* son instituciones y *d)* son espacios de conflicto donde se determina la distribución del ingreso. Estas empresas tienen la cualidad de determinar sus precios a través de un *mark up*, así como sus estrategias de inversión.

En síntesis, para los poskeynesianos el corazón del sistema capitalista está en la empresa y su capacidad de decisión. El análisis relevante se orienta al mercado, considerando la dominancia de las grandes empresas u oligopolios: un mercado donde no todos los agentes son homogéneos, sino formado por empresas de diferentes tamaños, con capacidades distintas para determinar la dirección de los precios y de la industria en su conjunto. La empresa, por tanto, consiste en una organización dinámica sujeta a una ley de expansión y crecimiento. En este sentido, la relación que guardan precios y cantidades en un momento dado puede o no volverse a repetir en cuanto a magnitud, pero nunca en su dimensión histórica, puesto que corresponde a una sola observación dentro de la sucesión de datos del proceso de producción. Los precios y las cantidades son relevantes en cuanto al papel que tienen en el proceso de creación y distribución de ingresos, con el objetivo final de crecer. El análisis micro de la oferta se divide en dos

partes: la determinación del precio y la cantidad vendida, y el análisis de expansión.

Tecnología, fijación de precios y los costos

De acuerdo con la escuela poskeynesiana, la tecnología se caracteriza por una producción dominada por un conjunto de recursos productivos, los cuales son complementarios y en el tiempo reportan rendimientos crecientes. Esto determina que en la zona relevante en la cual opera la empresa, los costos variables medios y los costos medios totales se aproximen a una horizontal; en consecuencia, los costos marginales son irrelevantes en la toma de decisiones de la empresa (Andrews, 1959; Eichner, 1988; Lavoie, 1992; Vargas, 2006).

Existen tres conjuntos de factores que determinan la fijación de precios: en primer lugar, por la estimación del precio a partir de los costos de la empresa más un margen de ganancia o *mark up*; en segundo lugar, por la consideración del estado de competencia de su mercado, donde juegan las barreras a la entrada, la amenaza de competidores, las innovaciones y las posibilidades de intervención del Estado.

Los precios se fijan, en general, por la regla de agregar un margen de beneficio bruto (GPM) a los costos variable medios (AVC):

$$P = AVC + GPM$$

El margen bruto de beneficio es igual al costo fijo promedio (AFC) más el margen de beneficio neto (NPM):

$$GPM = AFC + NPM$$

La suma del AVC, AFC y NPM expresa la composición de los precios, los cuales son fijados por la empresa considerando cubrir no sólo todos sus costos, sino también un beneficio normal o esperado. En otras palabras, se toma como base el coste directo unitario (AVC), se añade un porcentaje para cubrir el coste fijo y un ulterior tanto por ciento convencional de beneficios (Lee, 1988; Lavoie, 1992; Hall y Hitch, 1939).

Dado que la empresa no opera a plena capacidad, buscará continuamente aumentar la utilización de la misma, es decir, aumentar sus

ventas. Asimismo, el volumen de ventas estará determinado por su fuerza de ventas, la demanda del mercado, su crecimiento y la capacidad instalada. Claramente, no existe un punto de equilibrio que sea estable y duradero, tanto por las estrategias de venta de la empresa y de sus rivales como por el comportamiento de la capacidad de compra de los demandantes.

Así, a pesar de que la gran empresa tiene cierta capacidad para influir en el precio, la determinación del coste medio total estará acotada por variables tales como la extensión absoluta del mercado, la elasticidad de la demanda, las diversas tecnologías, los precios de los factores variables y de las máquinas que intervienen, junto con las tecnologías. En particular, se debe mencionar que son "las reacciones de los rivales, efectivos o potenciales, mucho más que las de los consumidores, las que influyen en la conducta de los hombres de negocios" (Sylos Labini, 1966:67). El temor a que grandes empresas intenten ingresar al mercado, incentivadas por un margen de ganancia muy alto, restringe el poder de la gran empresa de manipular el precio.

El tercer conjunto de factores que influyen en la determinación de los precios consiste en los planes de expansión y financiamiento de la empresa. Un elemento de particular importancia que influye en el nivel y variación de los precios es la necesidad de fondos adicionales de inversión de la(s) empresa(s) dominante(s), es decir, sus planes de inversión y expansión (Eichner, 1988:32). En el extremo, cuando los costos y el *mark up* no cambian, los requerimientos de financiamiento de las empresas pueden conducir a elevar los precios. Lo más común es que, cuando hay un ajuste de precios, el mismo incluya una combinación de estos tres factores.

Finalmente, es conveniente decir que la idea de que los precios son fijados por la empresa oligopólica no implica que sean fijos; la idea, entonces, es que los precios no se modifican por cambios de la oferta y la demanda sino que lo hacen por costos, ganancia y financiamiento. Es por esta razón que podemos encontrar industrias muy dinámicas en cuanto a innovación, en las cuales los precios de sus productos pueden experimentar reducciones o incrementos de precios. En otras palabras, los precios son flexibles según las estrategias de competencia de la empresa involucrada.

Ganancia, inversión e innovación

En el análisis poskeynesiano, la empresa existe porque busca crear ganancias, no porque sea parte de un sistema de equilibrio. Las ganancias son el objetivo y la razón de ser de todas las empresas capitalistas. La inversión es la forma por la cual la empresa crece y se expande, con el fin general de obtener un volumen mayor de ganancias. Si la tecnología no se modificara, al igual que el estado de la competencia, el margen de ganancia podría permanecer constante; sin embargo, una innovación abre las posibilidades de nuevas inversiones, nuevos negocios, o bien, hace a las empresas existentes aún más rentables. Las innovaciones le ofrecen a las empresas que las introducen una ventaja sobre sus rivales, misma que puede dar lugar a una ganancia de innovación al aumentar el margen de ganancia previo de la empresa y colocándola en una trayectoria de crecimiento e innovación.

Habiendo definido la ganancia como el motivo principal de la empresa, y recordando que la gran corporación fija sus precios gracias a su poder monopólico, se pueden identificar dos componentes de la ganancia: una parte es la que se utiliza para el pago de dividendos y el pago del desgaste del capital fijo, y otra, la más importante en términos teóricos, es la destinada al crecimiento; por ello, el precio y sus variaciones están influidos por "la necesidad de fondos de inversión para expandir su capacidad dentro de la industria en línea con el crecimiento de las ventas" (Eichner, 1988:33). La ganancia deja de tener un significado exclusivamente relacionado con la "explotación" o con el consumo suntuario: tiene el papel social de expandir e impulsar a la misma empresa como organización productiva.

Los planes de inversión entran en la determinación del margen de ganancias, del precio y de sus variaciones. Si bien las inversiones pueden estar en parte financiadas por créditos bancarios, la fuente más importante es el flujo de efectivo generado en la empresa en sus operaciones corrientes.

Los planes de inversión y el tamaño del margen están inexorablemente ligados por medio de la demanda y oferta de fondos en forma

de ganancias retenidas, con las cuales la empresa financia los proyectos de inversión propuestos. [...] el precio efectivo se determina directamente mucho menos por la demanda corriente que por el margen que la empresa considera necesario para aumentar su capacidad en medida suficiente para satisfacer el futuro nivel de demanda esperado (Harcourt y Kenyon, 1988:229-230).

En la gran empresa, en particular aquellas que son innovadoras, la planeación de la utilización del flujo de efectivo de la empresa asigna una partida al desarrollo de sus productos, procesos tecnológicos, de organización o de mercados, o bien, compra estas innovaciones a proveedores especializados. Ya sea que la empresa cuente con departamentos de investigación y desarrollo o que adquiera las innovaciones en el mercado, el flujo de efectivo tiene un papel central en su financiamiento. En términos dinámicos, lo importante es que una innovación exitosa, por ejemplo de proceso, dará lugar a un ciclo virtuoso que aumentará en el futuro el flujo de efectivo y con esto el financiamiento de inversiones e innovaciones.

Innovación, tecnología, costos, precios, y margen de ganancia

En general, con pequeñas variaciones, los economistas coinciden en las formas que toma la innovación. Por ejemplo, para Schumpeter pueden ser de producto, de insumos, de proceso, de organización o de mercado. Sylos Labini, según los efectos de éstas, menciona la de producto, calidad y de coeficientes técnicos (Sylos Labini, 1966:165). Para otros economistas y organizaciones involucradas con la innovación puede tomar formas más diversas, lo importante es que las innovaciones llevan a aumentar la masa o la tasa de beneficio de la empresa y/o consolidar su posición en el mercado.

Si consideramos el caso de una industria oligopólica donde una empresa es la líder, la cual introduce una innovación que reduzca costos o una tecnología ahorradora de trabajo, entonces la curva de costos variables medios se desplaza hacia abajo. Los costos medios *ex ante* no lo sabemos, pero si suponemos un cambio tecnológico en la producción que no modifica sustancialmente el bien final o que gene-

re un bien similar al previo a la innovación, entonces los costos medios totales sí se reducen.

En esta perspectiva, dado el poder de los oligopolios y las características del mercado, los precios no tienen por qué reducirse: la situación "normal" en el capitalismo contemporáneo es que se mantengan constantes y en muchos casos aumenten. Esta rigidez de los precios a la baja con costos menores por la innovación ocasiona que el margen de ganancia media y la total aumenten (véanse las gráficas 6a y 6b).

En este caso, la innovación tiene un efecto positivo sobre los costos, con un consecuente crecimiento en el margen de beneficios, pero no necesariamente se reducen los precios. También se puede presentar un incremento en la demanda, pero éste se deberá explicar no por la reducción de precios —que no ocurre—, sino por otros factores como la publicidad asociada a los nuevos bienes producidos con esta nueva tecnología. En la figura 6b se aprecia claramente que el *mark up* se ha incrementado. En cuanto a los precios, como no están en función de la curva de demanda (que en la práctica es desconocida), no se modifican salvo por las estrategias de competencia de las empresas.

El anterior es un caso de innovación tecnológica sobre la producción de un bien que ya se produce, pero que también puede aplicarse a una innovación organizacional o de mercado; en este último caso la curva de la demanda se desplazaría hacia la derecha (en la figura 6a), dando lugar a un volumen mayor de ganancias. En el caso de innovación y diferenciación de productos, su representación es un poco más elaborada pero sigue el mismo patrón de comportamiento.

La determinación de los precios en la dinámica de la empresa es fundamental para conocer cómo opera la empresa; sin embargo, los precios se deben explicar principalmente por las estrategias de competencia y crecimiento de los grandes oligopolios.

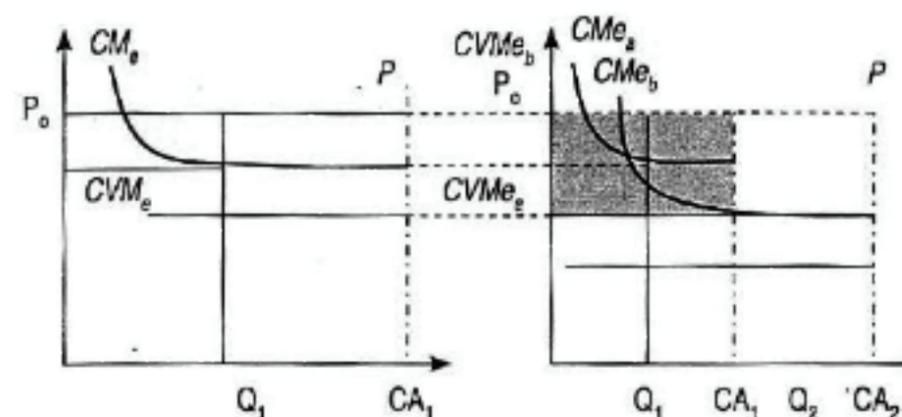
INNOVACIÓN, BIENESTAR SOCIAL Y DISTRIBUCIÓN DEL INGRESO

En términos de bienestar y distribución del ingreso, los resultados de la innovación en la economía contemporánea son muy diferentes a

Gráfica 6

Efecto de una innovación desde la perspectiva poskeynesiana

a) Un duopolio con la misma tecnología b) Duopolio con una empresa innovadora



FUENTE: elaboración propia con base en Eichner (1988).

los que pudieron observarse en el periodo de formación del capitalismo, en los modelos teóricos de competencia perfecta y aun en los de competencia imperfecta. En el marco de la teoría poskeynesiana, los mercados dominados por las grandes corporaciones y las industrias dominadas por oligopolios, las innovaciones, si bien generan crecimiento económico, no se traducen de forma automática en bienestar social y mejores niveles de distribución del ingreso.

En el caso mencionado de innovación en los procesos de producción, o variación de los coeficientes técnicos ya existentes, se pueden identificar los siguientes efectos. En primer lugar, dentro de la empresa, el aumento de la productividad de los factores; dado un volumen de ventas, la innovación puede generar la contratación de menos trabajadores, lo cual reduce el costo medio por unidad. Si el volumen de ventas aumenta, el número de trabajadores puede permanecer constante o también aumentar, si la tecnología y la capacidad aumentan. En cualquier caso, la cantidad de trabajo requerida por unidad de producto habrá disminuido; el costo variable medio se habría reducido (Eichner, 1988; Lee, 1988; Lavoie, 1992; Sylos Labini, 1966:157).

El salario de los trabajadores que permanecen en la producción no aumenta de forma automática, sino que está sujeto a un nuevo pro-

ceso de negociación salarial, ya sea de forma individual o colectiva, por ejemplo, a través de sus sindicatos. En este último caso el crecimiento de los salarios dependerá de forma natural de la autonomía y del poder de los mismos. Este proceso de negociación es lo que en la escuela poskeynesiana se conoce como el conflicto distributivo.

En segundo lugar, en el marco oligopólico, el efecto de difusión está disminuido, no sólo por factores institucionales como los derechos de propiedad y patentes, sino por la naturaleza misma de las empresas y la industria que está concentrada.

En el oligopolio, a diferencia de la competencia perfecta, no existe libre movilidad de factores ni de capitales: la información y el conocimiento tienen un costo. La fuerza clásica del flujo de capitales a las actividades más rentables no existe, por lo que la presión sobre precios hacia abajo tampoco tiene lugar. El poder de la empresa de fijar el precio le permite determinar si bajan o no, tal decisión dependerá de sus estrategias. Por tanto, en una industria oligopólica, la innovación y sus efectos positivos sobre los costos no se difunden como en el caso de competencia perfecta, debido a la capacidad de la gran empresa de retener la innovación; de tal forma, las otras empresas oligopólicas tampoco trasladan la reducción de costos a los precios. Esto se traduce en un aumento del margen de beneficio para la empresa innovadora y posteriormente para las seguidoras.

En tercer lugar, el efecto de crecimiento —del que se asume ocurre de forma automática con las innovaciones— se ve disminuido. En una economía dominada por los oligopolios, con procesos continuos de innovación tecnológica, el trabajo no es reabsorbido como en el caso de la competencia perfecta. La explicación radica en que la innovación no se traduce necesariamente en menores costos para toda la industria, por tanto no hay menores precios, los cuales generarían un aumento del poder adquisitivo del mercado y la capacidad de absorción y crecimiento de la demanda efectiva. El mecanismo de precios no opera, y el efecto del incremento en el ingreso relativo no tiene lugar, o se reduce; con ello, la consecuente necesidad de una mayor producción que reabsorba a la fuerza de trabajo primeramente expulsada ya no opera, o se ve claramente mermada. Así, aparece una tendencia en el largo plazo a una reducción de la tasa de crecimiento

de la economía y al desempleo estructural de carácter tecnológico. La síntesis de resultados del análisis comparativo, en cuanto a los efectos esperados de las diferentes teorías y economistas que hemos mencionado, se resumen en el cuadro 1.

RASGOS DE LAS INNOVACIONES EN LAS EMPRESAS ELEGIDAS

Sin duda, las innovaciones han jugado un papel central en el desarrollo y crecimiento de las grandes empresas y corporaciones privadas. El desarrollo y dominio de las empresas se encuentra relacionado con una variedad de innovaciones, las cuales tienen que ver, a su vez, con la naturaleza del producto, de los procesos de producción, o bien, con el marco institucional y de derecho en el que surgen y operan. Aunque una innovación puede explicar el surgimiento de una empresa, su permanencia en el mercado, y el llegar a ser dominante, depende de un esfuerzo constante de innovación en todos los campos donde ésta pueda tener lugar; de esta manera, las circunstancias específicas configuran un patrón complejo que se desenvuelve en un proceso histórico.

1. En el caso de América Móvil (AM) (2), su origen no se encuentra en una innovación, sino en una decisión estratégica del grupo Carso. Sin embargo, la posición actual de AM depende cada vez más de la competencia, principalmente por el gran proceso de innovaciones que tienen lugar en esta área, así como por los cambios institucionales que abren espacio a otras empresas.
2. En el caso de Femsá (5), su origen está ligado, en su división de Coca Cola, a un factor institucional que consiste en ser concesionario de Coca Cola Co. En las últimas décadas destaca su división de OXXO. Sobre esta última, fue una innovación de mercado que ha tenido importantes resultados para el crecimiento de la empresa. Lo mismo podemos decir de la fusión de la división de Femsá Logística con Oracle, de donde surgió un sistema de logística e información que ha permitido el crecimiento y desarrollo de la empresa.

Cuadro 1
Las teorías frente a la innovación y sus efectos

Teorías	Efecto directo/ indirecto sobre empleo	Precios	Salarios	Producción/oferta	Demanda/compra	Efecto en bienestar 1+2+3+4+5
Competencia perfecta (teoría clásica)	Reducción Crecimiento	Reducción	Aumenta	Aumenta por el efecto de precios y multiplicadores	Aumenta la demanda por precios e ingresos	Positivo
Competencia perfecta (teoría neoclásica)	Reducción Crecimiento	Reducción	Aumenta porque aumenta la PMgT	Aumenta por el efecto de precios	Aumenta la demanda por precios	Positivo por precios
Teoría neoclásica duopolio	Reducción Efectos compensadores	Reducción	Aumenta porque aumenta la PMgT	Aumenta por el efecto de precios	Aumenta la demanda por precios	Positivo por precios
Teoría neoclásica duopolio Liderazgo de precios	Reducción Efectos compensadores	Reducción	Aumenta porque aumenta la PMgT	Aumenta por el efecto de precios	Aumenta la demanda por precios	Positivo por precios

Cuadro 1 (continuación)

Teorías	Efecto directo/ indirecto sobre empleo	Precios	Salarios	Producción/oferta	Demanda/compra	Efecto en bienestar 1+2+3+4+5
Teoría de la empresa poskeynesiana	Reducción	No cambia	No cambia o puede aumentar por negociación	No aumenta (por precios) Puede aumentar por penetración de mercado dando lugar a la concentración	No aumenta la demanda por precios, por otras causas	No positivo por precios Positivo por efectos diferentes a precio
Sylos Labini	Reducción	No cambia		No aumenta por precios. Aumenta junto con la concentración	No aumenta por precios.	No positivo por precios. Positivo por otros efectos

FUENTE: elaboración propia.

3. En el caso de Cemex (6), la innovación que aceleró su expansión, sobre todo a nivel internacional, fue el conocimiento que desarrollaron sobre información y gestión de adquisiciones dentro de un proceso llamado Cemex Way (1989). Este sistema, por su complejidad, no ha necesitado ser patentado, y no ha podido ser copiado por la competencia; además le permitió asimilar en la década anterior a Rinker, RCM, Puerto Rican Cement Company, Sarburi Cement Company y Southdown Inc. en Estados Unidos. Éste es un claro ejemplo de innovación de organización, sin descartar innovaciones de otros tipos. En sus centros de investigación y desarrollo ha creado nuevos tipos de concretos y, actualmente, además está involucrada en la investigación y uso de energías alternativas.
4. En el caso de Grupo Modelo (22), a partir de su inauguración (1925), esta empresa ha crecido a través de innovaciones de mercado, ya sea abriendo nuevos puntos de venta o comprando las cervecerías regionales. Además, ha introducido algunos nuevos productos y presentaciones. También destacan las innovaciones en procesos de producción con tecnologías intensivas en capital. La principal forma de expansión se ha producido a través de adquisiciones; mientras que la estrategia de puntos de venta, a través de Modelorama, no ha sido tan exitosa como la de Femsa con OXXO.
5. En el caso de Gruma (38), la innovación que permitió el desarrollo de esta empresa fue el descubrimiento y la industrialización de la harina de maíz. Destacan las innovaciones en proceso, logrando elevados niveles de producción de tortillas, y su integración hacia atrás al producir su propia maquinaria y equipo. Destacan en particular las innovaciones de mercado realizadas a través de la adquisición de una gran cantidad de molinos en otros países, tanto de América Latina, como de Europa y Asia.
6. En el caso de Grupo Posadas (206), no encontramos una innovación que le diera origen: el empresario (Gastón Azcárraga Tamayo) recibió un terreno y allí inició la construcción de un hotel (Fiesta Americana Reforma). A lo largo de su desarrollo han aplicado innovaciones de organización y logística, así como

de mercado. Actualmente están centrados en su expansión en México.

Efectos y resultados de las innovaciones

En el cuadro 2 se presentan los resultados de las innovaciones en las empresas elegidas: América Móvil, Femsa, Cemex, Grupo Modelo, Gruma y Grupo Posadas.

CONCLUSIONES

El progreso técnico es un elemento importante que forma parte de las fuerzas del desarrollo. Abre la oportunidad a la generación de beneficios extraordinarios que, visto desde distintas corrientes de pensamiento, pueden distribuirse en la sociedad o pueden concentrarse en manos de los grandes oligopolios. Las dos teorías que hemos analizado contrastan en el conjunto de supuestos utilizados, en su análisis y en las conclusiones, en términos de crecimiento y bienestar social.

La teoría neoclásica, tanto en el caso de competencia perfecta como en imperfecta, afirma que, como resultado de la introducción de innovaciones, se incrementa la producción, se reducen los precios, aumenta la productividad del trabajo y se llega a un nuevo estado de equilibrio; todo lo anterior da lugar al incremento en el bienestar social.

En la teoría poskeynesiana se considera que las innovaciones aumentan la producción total y la productividad del trabajo, bajan los costos y los precios en general son rígidos a la baja: pueden subir o bajar pero esto depende de las estrategias de la empresa. La idea central consiste en que una innovación se traduce en un aumento de los beneficios, los cuales se quedan en las empresas oligopólicas acelerando su crecimiento y dominancia en su mercado; por otra parte, los efectos en el bienestar vía precios no existen o son mínimos.

Durante el periodo considerado, todas las empresas seleccionadas realizaron algún tipo de innovación, pero también realizaron fusiones y adquisiciones, lo que limita la posibilidad de valorar si su desem-

Cuadro 2
Resultados de los efectos de las innovaciones de una muestra de GEM 1999 a 2012 (a precios de 2003)

Empresa	Empleo	Producción/ oferta = ventas	Utilidades brutas	Utilidad neta	Capital patrimonial	Ventas tasa de crecimiento media anual
Femsa	1999 41 367	1999 50 660 MdP	1999 8 396 MdP	1999 5 125 MdP	1999 35 293 MdP	2000 8.70%
	2010 108 572	2010 114 617 MdP	2011 17 145.5 MdP	2011 13 181 MdP	2011 81 371 MdP	2010
América Móvil	1999 72 321	1999 127 805.5 MdP	2000 50 199.3 MdP	2000 27 881.8 MdP	2002 52 632 MdP	12.10%
	2009 55 627	2009 277 291.0 MdP	2009 73 208.7 MdP	2009 54 092.4 MdP	2009 124 281 MdP	
Cemex	1999 20 902	1999 60 216 MdP	2000 18 837 MdP	1999 12 833 MdP	1999 82 033	7.8%
	2011 44 104	2011 121 398 MdP	2011 7 688 MdP	2011 -15 783 MdP	2011 109 423	
Gruma	2003 14 891	2002 21 259 MdP	2002 1 654.5 MdP	2002 436 MdP	2002 13 341 MdP	6.61%
	2011 21 318	2011 36 736 MdP	2010 1 891.2 MdP	2010 518 MdP	2011 11 288 MdP	
Gpo. Posadas	1999 5 438	1999 3 608.2 MdP	2000 795.7 MdP	1999 740.7 MdP	2002 4 193 MdP	2.25%
	2011 15 900	2011 4 589.7 MdP	2011 348.7 MdP	2011 -391.9 MdP	2011 2 303 MdP	
Gpo. Modelo	1999 44 040	1999 32 231 MdP	2000 9 018.5 MdP	2000 5 546 MdP	2002 50 354 MdP	5.20%
	2011 37 307	2011 58 122 MdP	2011 15 194.4 MdP	2012 11 751 MdP	2011 87 934 MdP	

FUENTE: elaboración propia con base en *Revista CMM Expansión*, varios años.

Cuadro 3
Condensado de las principales variables
Crecimiento medio anual

Empresa	Empleo	Utilidades brutas	Productividad
Femsa	15%	9%	-43%
América Móvil	-2%	5%	7%
Cemex	9%	-5%	-2%
Gruma	5%	2%	4%
Grupo Posadas	15%	-5%	-4%
Grupo Modelo	-1%	6%	7%

FUENTE: elaboración propia con base en *Revista CMM Expansión*, varios años.

NOTA: De acuerdo con el número de años de los datos (Empleo: Femsa 1999-2010, América Móvil 1999-2009, Cemex 1999-2011, Gruma 2003-2011, Grupo Posadas 1999-2011, Grupo Modelo 1999-2011. Utilidades brutas: Femsa 1999-2011, América Móvil 2000-2009, Cemex 2000-2011, Gruma 2002-2010, Grupo Posadas 2000-2011, Grupo Modelo 2000-2011. Productividad: Femsa 2000-2010, América Móvil 1999-2009, Cemex 2000-2011, Gruma 2003-2011, Grupo Posadas 1999-2011, Grupo Modelo 1999-2011).

peño se debe —o cuánto de éste se puede atribuir— a las innovaciones realizadas.

La característica más sobresaliente de los casos que hemos analizado es que en todas las empresas la tasa de crecimiento fue relativamente alta, en relación con el desempeño del crecimiento del medio anual de la economía mexicana. El caso del Grupo Posadas es la excepción. Esto puede indicar que, como afirma la escuela poskeynesiana, el crecimiento en el largo plazo es el objetivo principal de la empresa. Además, se verifica el crecimiento del capital patrimonial de la empresa, con excepción de Grupo Posadas y con el de Gruma, por la expropiación que sufrió en Venezuela.

En todas las empresas las utilidades brutas aumentaron, con excepción de Grupo Posadas y Cemex, que a partir de 2009 han sufrido una severa crisis. En el caso de las utilidades netas, que son negativas, se explican, tanto en el caso de Grupo Posadas como en el de Cemex, por la amortización de deuda realizada en los últimos años.

En cuanto al empleo, todas las empresas reportan un aumento del mismo menos Grupo Modelo, pues gracias a las incorporaciones de procesos de innovación, pudo aumentar sustancialmente sus ventas y reducir el empleo, presentando una de las mayores tasas de productividad promedio durante el periodo de estudio (7%). América Móvil es otro caso en el cual la innovación y la expansión en sus ventas se acompañaron del aumento de número de empleados y de su productividad a una tasa media anual de siete por ciento.

No hay evidencia de que los precios bajen, excepto en el caso de los servicios de América Móvil. Incluso contando con esta última, podemos decir que los frutos del progreso técnico, y en general de las innovaciones, se han quedado en las mismas empresas. Esto ha permitido su crecimiento, el cual se expresa en mayor tamaño (capital patrimonial) y mayor poder de mercado en el país. Los efectos en bienestar social no son claros, aun en el caso de los servicios de telecomunicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDREWS, Philip Walter S. (1959), *Economía de las empresas Industriales*, Buenos Aires, Santiago Rueda.
- CORONA, Leonel (2012), "Innovar la innovación. Evolución y perspectivas de los conceptos de innovación y emprendedor", X Congreso Nacional de la RIDIT, Toluca, México.
- EICHNER, Alfred S. (1988), "Micro Foundations of the Corporate Economy", en A. S. Eicher, *Toward a New Economics, Essays in Post-Keynesian and Institutionalist Theory*, Nueva York, M.E. Sharpe.
- HALL, R. L. y Charles J. HITCH (1939), "Price Theory and Business Behaviour", en *Oxford Economic Papers*, vol. 2, núm. 1, pp. 12-45.
- HARCOURT, Geoff y Peter KENYON (1988), "La fijación de precios y la decisión de inversión", en José Antonio Ocampo, *Economía poskeynesiana, Lecturas del Trimestre Económico*, núm. 60, capítulo 9, México, FCE.

- KOUTSOYIANNIS, Anna (1988), *Non-Price Decisions*, Hong Kong, McMillan Education.
- LAVOIE, Marc (1992), *Foundations of Post-Keynesian Economic Analysis*, Cheltenham, Edward Elgar.
- LEE, Frederic (1988), *Post-Keynesian Price Theory*, Cambridge, Cambridge University Press.
- PINDYCK, Robert y Daniel L. RUBINFELD (2001), *Microeconomía*, 5a. edición, Madrid, Pearson-Prentice Hall.
- REVISTA CNN EXPANSIÓN (varios años), en <<http://www.cnnexpansion.com/>>.
- SAMUELSON, Paul y William D. NORDHAUS (2010), *Microeconomía con aplicaciones a Latinoamérica*, decimonovena edición, México, MacGraw Hill.
- SCHUMPETER, Joseph A. (1912), *Teoría del desenvolvimiento económico*, México, FCE, primera edición en español, 1944.
- (1934), *The Theory of Economic Development*, Cambridge, Harvard University Press.
- SYLOS LABINI, Paolo (1966), *Oligopolio y progreso técnico*, Barcelona, Oikos-Tau.
- (1988), *Las fuerzas del desarrollo y del declive*, Barcelona, Oikos-Tau.
- VARGAS, Gustavo (2006), *Teorías de la empresa y de la competitividad*, México, Castdel.
- VARIAN, Hal R. (2011), *Microeconomía intermedia, un enfoque actual*, 8a edición, Barcelona, Antoni Bosch.

Segunda parte
Nuevas líneas de estudio y debate

5. Innovación y salud: agentes, redes y desarrollo

*Sergio Javier Jasso Villazul**

INTRODUCCIÓN¹

La innovación es un fenómeno en el que se crean productos, procesos y sistemas aplicando conocimientos, habilidades y capacidades colectivas por parte de individuos emprendedores, científicos y personal de la salud, como personas o bien adscritas a instituciones como empresas, centros académicos o de la salud. En otras palabras, constituye un fenómeno eminentemente social en el que intervienen diversos agentes que crean, comparten, compran o adquieren conocimientos para resolver problemas técnicos o productivos, los cuales muchas veces se traducen en innovaciones. Esta interacción es diversa y asume formas explícitas o implícitas, estableciendo vínculos y redes de diversa magnitud, intensidad y contenido.

Sobre la naturaleza social de las innovaciones, cabe decir que las redes que éstas generan entre los individuos pueden producirse dentro de la organización, o bien, entre organizaciones. Es decir, el conjunto de redes conforma sistemas que combinan la actividad propia de una

* División de Investigación, Facultad de Contaduría y Administración (FCA), UNAM (unam.div@gmail.com).

¹ Agradezco a Miguel Ángel Rivera Ríos, María de los Ángeles Pozas, Jaime Aboites, Arturo Torres y otros colegas por los comentarios y sugerencias a una versión anterior discutida en el Seminario sobre Desarrollo Económico y Cambio Tecnológico, el 28 de mayo de 2013. También agradezco a René Caballero Hernández en la edición inicial del texto. El trabajo forma parte del macroproyecto "Innovación, competitividad y estrategias empresariales" y dirigido por el autor en la Facultad de Contaduría y Administración, UNAM.

función, como es el caso de la salud y el proceso para crear innovaciones. En este sentido, la comprensión del fenómeno de la innovación es complejo ya que incluye también los contextos institucional, sectorial y territorial.

En el proceso de innovación se ven implicados diversos agentes como las empresas, las universidades, los centros de investigación y el gobierno; éstos, al interactuar, generan innovaciones en una localidad, país, sector, territorio o grupo de países.²

En este trabajo se analiza la innovación en salud combinando dos esquemas: el de atención a la salud (conformado por el Sistema Nacional de Salud) y el de impulso institucional de la innovación (conformado por el Sistema Nacional de Innovación). Estos esquemas son el marco de referencia del Sistema Nacional de Innovación en Salud (SNIS) que es el instrumento analítico para identificar a los agentes que con innovaciones contribuyen para resolver problemas de salud.

Este marco de análisis involucra no sólo al sector productivo que elabora fármacos, sino también a organizaciones que atienden problemas de salud como los hospitales y ambulatorios, así como a las instituciones de investigación científica que descubren o crean nuevas formas de resolver problemas de salud o bien que forman o capacitan a profesionales de la salud.

LA DIFICULTAD PARA CARACTERIZAR LA INNOVACIÓN EN LOS SERVICIOS

La innovación en salud se asocia con los procesos o tareas intangibles que ocurren en el proceso de prevención y atención de enfermedades.

² Una caracterización más detallada puede verse en Jasso (1998). Los antecedentes provienen de List, en el siglo XVIII, aunque es Sábato quien *operacionaliza* estos elementos sistémicos, en lo que el propio autor (1975) denominó "triángulo de relaciones", que hoy se conoce como "triángulo de Sábato" y que considera al gobierno, la estructura productiva y la infraestructura científico-tecnológica. Esta idea será retomada años después por Etkowitz y Leydesdorff (2000) para proponer el esquema de "triple hélice".

En general, los estudios sobre la innovación se han enfocado sobre todo en la industria y no hacen una referencia explícita al sector servicios. Otros la analizan desde una perspectiva de los agentes como son los centros públicos de investigación, las universidades o los hospitales, predominando los estudios centrados mayoritariamente en las empresas y muy pocos en los servicios³ y aún menos en el sector de la salud (Torres y Jasso, 2013; Jasso y Marquina, 2012). De hecho, los esfuerzos de innovación en el sector salud han sido, en general, subestimados (Windrum y García-Gofi, 2008).

Esto es así, porque hay una tradición por estudiar la innovación en sectores industriales y de bienes tangibles —como la manufactura—, lo que ha orientado los avances teóricos del fenómeno de la innovación y limitado las mediciones en el sector servicios. Por otro lado, conforme se avanza en la medición y explicaciones dentro de este sector, su importancia empieza a ser más evidente, dada la cada vez mayor composición que refleja en comparación con la industria.

El sector servicios comprende las actividades que no se dedican a la producción de bienes materiales, es decir, excluye a la industria, la extracción de minerales y las agropecuarias. El sector de la salud está ubicado en su mayoría en esta categoría. Desde la perspectiva del sector salud, los avances se enmarcan dentro de esta tradición industrial en los que predominan los casos de la industria farmacéutica, la industria que elabora equipos y materiales para la salud y los que analizan el sistema institucional de salud. Algunos autores, luego de considerar la naturaleza e intensidad tecnológica reflejada por la complejidad y uso del conocimiento científico, ubican al sector de la salud como un sector intensivo en conocimientos "cuaternario" (Corona, 2013) o "quinario" (Garza, 2013), tanto en el sector industrial, como en el ya referido de servicios.

³ Las actividades del sector servicios que presentan mayor incremento en la participación del valor agregado en 2000, respecto del año 1990 son, en primer lugar, los servicios financieros y las empresas, sobre todo en las economías de los países desarrollados. En contraste, los otros servicios (comercio, restaurantes y hoteles, transporte y comunicaciones, administración pública y defensa, educación, salud, servicios comunitarios) son característicos de los países en desarrollo (Jasso y Marquina, 2012).

Los ámbitos y actividades de salud y la innovación están enmarcadas en el SNIS, e incluye a cuatro tipos de agentes: *a)* las empresas y centros públicos de investigación que elaboran fármacos, ya sea como medicamentos o vacunas; *b)* las empresas y centros públicos de investigación que elaboran artefactos y dispositivos médicos; *c)* los hospitales federales, regionales y centros nacionales, y *d)* los laboratorios clínicos, hospitales e instituciones de salud pública que producen fármacos y artefactos o dispositivos médicos o bien que prestan servicios de salud, diagnósticos o tratamientos médicos (figura 1). Cada uno de estos agentes tiene una vocación única o combinada que condiciona o limita el propio proceso innovador (véase la tabla 1).

Figura 1

Marco de referencia del Sistema Nacional de Innovación en Salud



Notas: en cursivas, se trata de productos y servicios; sin cursivas, se trata de los agentes.

FUENTE: elaboración propia.

Tabla 1
Los agentes y su vocación en los sistemas de innovación

Agente	Vocación
Sector de Investigación. Centros de Investigación y Desarrollo (I+D).	Creación de nuevos conocimientos para mejorar la salud (áreas de ingeniería, medicina y ciencias naturales).
Sector Educativo. Instituciones académicas de investigación y de capacitación.	Formación de recursos humanos, y de investigación.
Sector Productivo. Empresas.	Elaborar bienes y servicios demandados por el mercado.
Sector Social. Organizaciones civiles.	Ofrecen servicios de atención social: salud, atención familiar.
Sector Gobierno. Niveles federal, estatal y municipal.	Regulación. Ofrecer servicios de salud.

Condiciones que impulsan o limitan la innovación

- *Mercados:* creación de nuevos productos; exigencia de la calidad de los nuevos productos.
- *Redes de colaboración:* del mercado y otros mecanismos. Incluyen procesos de aprendizaje interactivo entre organizaciones que participan en el proceso de innovación.
- *Incubadoras de empresas y parques tecnológicos:* acceso a instalaciones y asesoría profesional.
- *Servicios de consultoría profesional.*
- *Financiamiento a los procesos innovadores y otras actividades:* facilitar la comercialización y adopción del conocimiento.
- *Apoyo y renovación regulatoria:* leyes de propiedad intelectual, incentivos fiscales, regulaciones ambientales y de seguridad, prácticas de inversión en investigación y desarrollo.

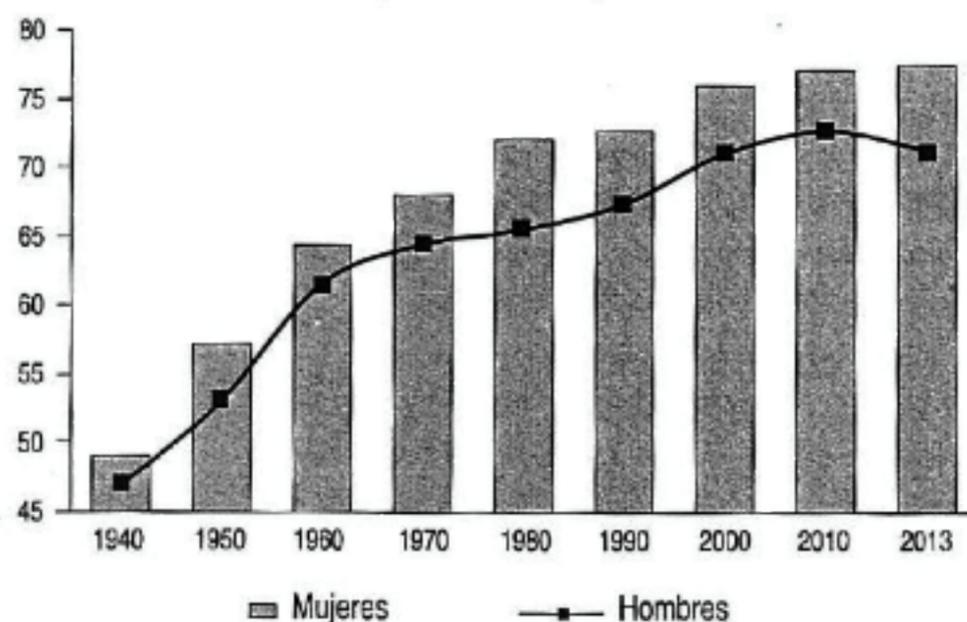
FUENTE: elaboración propia de acuerdo con Edquist *et al.* (2004) y Jasso (1996, 2011).

LAS CONDICIONES DE SALUD EN MÉXICO, PERFIL EPIDEMIOLÓGICO Y POBLACIONAL

La salud en un país es analizada desde una perspectiva amplia que considera como factor relevante la existencia de un esquema institucional que mejore las condiciones de salud, previniendo y atendiendo las enfermedades que ocurren por motivos genéticos, metabólicos, de servicios públicos o de violencia. Una exploración al respecto consiste en analizar algunas características poblacionales como la esperanza de vida, la mortalidad y la morbilidad.

En México, el aumento creciente en la esperanza de vida a partir de los años cuarenta del siglo pasado se debe, en gran medida, a la creación de instituciones públicas como el IMSS, el Instituto Nacional de Salud y la Secretaría de Salud —resultado de las exigencias del movimiento revolucionario de principios del siglo XX—, los cuales han servido de base para que el Estado desarrolle e impulse la atención de la salud pública (véase la gráfica 1).

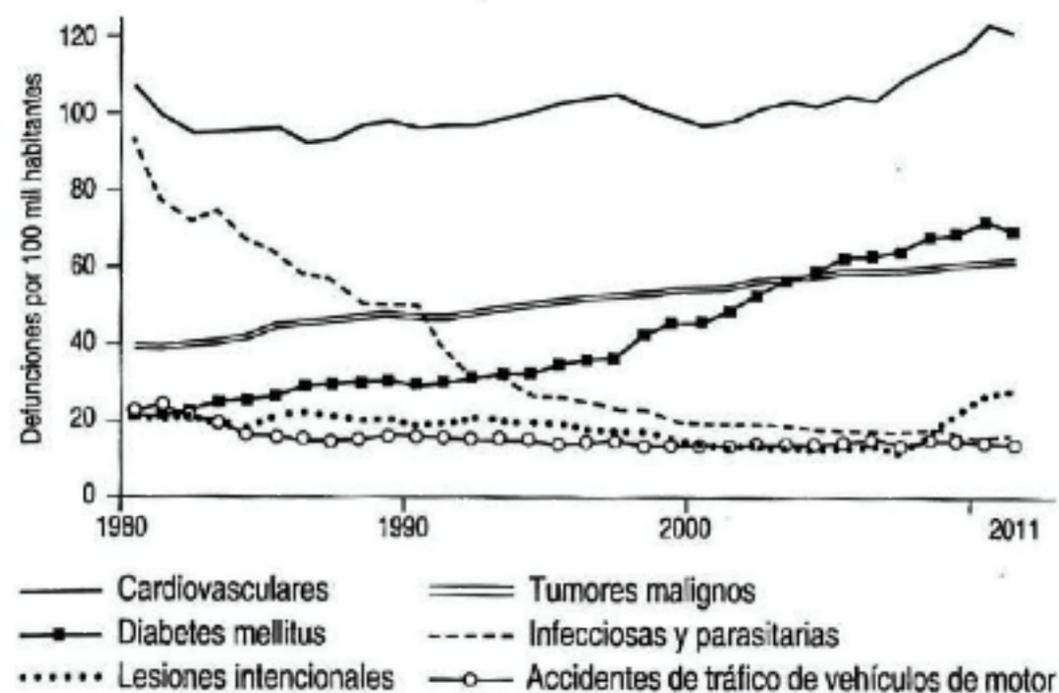
Gráfica 1
México: esperanza de vida al nacer, 1940-2013
(número de años)



FUENTE: INEGI/Secretaría de Salud (2009) y Conapo (2013a y 2013b).

Otro aspecto a considerar es la mortalidad, que junto con la morbilidad conforma el perfil epidemiológico. En México, entre las principales causas de muerte están las asociadas a enfermedades cardiovasculares, la diabetes *mellitus* y los tumores malignos; destaca la reducción de muertes por enfermedades infecciosas (véase la gráfica 2).

Gráfica 2
México: principales causas de defunción, 1980-2011
(defunciones por 100 mil habitantes)



FUENTE: INEGI/Secretaría de Salud (2012a), *Principales causas de muerte de la lista GBD*, México.

En México conviven dos perfiles epidemiológicos. Uno es tradicional, en el que predominan enfermedades propias del subdesarrollo asociadas a padecimientos infecciosos y a la desnutrición, sobre todo transmisibles; las definimos como *enfermedades de vulnerabilidad social y pobreza*. El segundo perfil es más reciente o nuevo, en él prevalecen *enfermedades de oportunidad científica*, típicas de países con mayores ingresos; están asociadas con enfermedades no transmisibles como el cáncer, la obesidad, las cardiopatías y la diabetes, que en general son más costosas de atender (véase la tabla 2).

Tabla 2
México: características del perfil epidemiológico, 2012

Tradicional:	Nuevo:
<i>Enfermedades de vulnerabilidad social y pobreza (15% de las muertes):</i>	<i>Enfermedades de oportunidad científica, padecimientos no transmisibles (73% de las muertes):</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Infecciones comunes. • Problemas reproductivos. • Desnutrición. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diabetes <i>mellitus</i>. • Cardiovasculares. • Cáncer.
<i>Causas de mortalidad y morbilidad (*):</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Cambio en la estructura poblacional. • Hábitos de vida relacionados con mala nutrición, falta de actividad física. • Prácticas sexuales de alto riesgo, tabaquismo, alcoholismo y drogadicción. 	

NOTA: (*) el restante 12% es debido a accidentes.

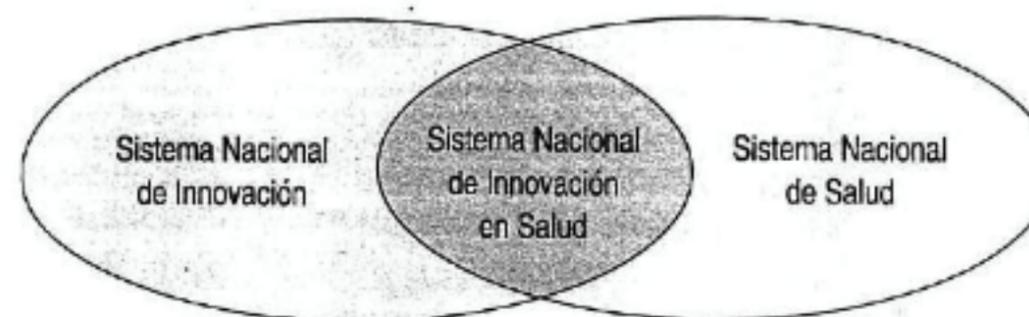
FUENTE: elaboración propia a partir de Secretaría de Salud (2011) e INEGI/Secretaría de Salud (2012a), México.

EL SISTEMA DE INNOVACIÓN EN SALUD EN MÉXICO

El sistema de innovación en salud combinando dos enfoques sistémicos señalados antes: el de la innovación y el del sector de la salud. La atención a la salud se produce en la medida en la que los conocimientos, habilidades, destrezas y experiencia creada y acumulada se aplican para atender o prevenir las enfermedades o padecimientos existentes. Este proceso de atención y prevención se realiza entre diversos agentes, quienes atienden los problemas de salud y realizan innovaciones incrementales, radicales o disruptivas, mismas que se reflejan en nuevos o mejores medicamentos, vacunas, artefactos, dispositivos médicos, o bien, nuevas y mejores formas de prestación de servicios de salud, de diagnóstico y de tratamiento. La dinámica entre usuarios, productores y proveedores de servicios de salud y las instituciones que regulan este proceso es lo que conforma el Sistema Nacional de Innovación en Salud (SNIS); en él participan empresas, hospitales, centros de investigación, instituciones reguladoras y el personal que trabaja

en dichas organizaciones como científicos, técnicos, inventores, médicos, enfermeras, entre otros (véase la figura 2).

Figura 2
El Sistema Nacional de Innovación en Salud: dos sistemas en interacción



FUENTE: elaboración propia.

El sector salud tiene una influencia importante derivada de las políticas gubernamentales, de los avances en la tecnología, de la prestación y asistencia sanitaria y de los cambios demográficos. Este sector se encuentra integrado por un conjunto de instituciones que proporcionan servicios, actividades de producción e investigación y otras actividades complementarias a las prácticas médicas. Las instituciones incluyen hospitales públicos y privados, consultorios médicos, laboratorios, empresas farmacéuticas y de equipo y dispositivos médicos, centros de investigación y universidades⁴ (véanse las figuras 1 y 3).

El SNIS en México se ha caracterizado por un estancamiento en materia de patentes otorgadas en México; aún más si se trata de otros países.⁵ En el periodo 1997-2005, el promedio de patentes otorgadas en México a los residentes mexicanos fue de 130 por año.⁶ En el periodo 1969-2005, los centros públicos de investigación (CPI) y las universidades mexicanas obtuvieron 860 patentes. Destacan el Ins-

⁴ Una perspectiva similar puede consultarse en Cassels (1995).

⁵ Para mayor detalle véase Foro Consultivo Científico y Tecnológico (2006) y los datos contenidos en los diversos informes de Conacyt y del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

⁶ Entre otros, véase Jasso (2011) e Instituto Mexicano de Propiedad Industrial (2008).

Figura 3
El Sistema Nacional de Innovación en Salud en México



FUENTE: elaboración propia.

tituto Mexicano del Petróleo con 62%, la UNAM con 14%, otras universidades con 13%, otros CPI mexicanos con 10% y sólo dos patentes de CPI extranjeros y una patente de la empresa mexicana Bioclón, del grupo Silanes.⁷ Los Institutos Nacionales de Salud (INS) sólo tienen

⁷ Esta empresa forma parte del grupo corporativo Silanes, la cual desarrolla antivenenos de tercera generación denominados faboterápicos en colaboración con científicos de la UNAM; este tema lo retomamos más adelante. Para mayor detalle

seis patentes que representan 1% del total. Poco menos de 2% del patentamiento es en colaboración, predominando la colaboración entre universidades y en forma escasa con empresas.

El actual sistema de salud mexicano surge a partir de la década de 1930, cuando se plantea la creación de diversas instituciones gubernamentales que proporcionen servicios de salud a la población. Éste es el caso del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS),⁸ inaugurado en 1943; el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE), que se funda en 1959; Petróleos Mexicanos (Pemex); las fuerzas armadas (ISFAM); la propia Secretaría de Salud y varios de sus centros de investigación y centros de formación de profesionales de la salud adscritos a los INS.

El IMSS atiende a los trabajadores de empresas y es considerado el instituto líder, el ISSSTE brinda atención de salud a empleados públicos, Pemex a sus empleados, el ISFAM a las fuerzas armadas y la Secretaría de Salud a cualquier persona no atendida por las instituciones públicas anteriores (Torres y Jasso, 2013).

La Secretaría de Salud es la institución gubernamental que formula las políticas nacionales relacionadas con la salud y controla la red de hospitales públicos e INS⁹ que prestan servicios principalmente a la población de bajos ingresos. Existen otras organizaciones que completan el sistema, como los comités de salud, las organizaciones no gubernamentales y otros agentes cuya actividad tiene efectos sobre la salud de la población. También se incluyen agentes públicos como hospitales de alta especialidad, en el nivel federal y regional, y los ambulatorios, cuya actividad es prioritariamente asistencial.

véase Instituto Bioclón, <http://www.bioclon.com.mx/bioclon/html/home_es.html> (consultado el 21 de abril de 2013).

⁸ Este Instituto tiene una cobertura, para 2013, de casi 13 millones de trabajadores.

⁹ Los INS corresponden a organismos descentralizados de la administración pública federal, con personalidad jurídica y patrimonio propios, agrupados en el sector salud; tienen como objeto principal la investigación científica en el campo de la salud, la formación y capacitación de recursos humanos calificados y la prestación de servicios de atención médica de alta especialidad, con un ámbito de acción que comprende todo el territorio nacional (Ley de los Institutos Nacionales de Salud, <<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/51.pdf>>).

Existe otro sistema de salud que es privado y es atendido por hospitales, médicos y empresas bajo un esquema de seguros, y producción y venta de medicamentos; además están las empresas que elaboran fármacos o que producen material médico y equipo, lentes u otros dispositivos médicos, así como los laboratorios de diagnóstico y las farmacias.¹⁰

La Secretaría de Salud atendió a 36% de la población; mientras que 25% fue atendida por el sector privado (Instituto Nacional de Salud Pública, 2003). Se estima que en la actualidad hay una cobertura total de la salud, sobre todo con la creación en los años recientes del “seguro popular” como un mecanismo para cubrir a toda la población —principalmente la de escasos recursos— de servicios de salud. Del total de unidades del sector salud, 87% pertenecen al sector público y 13% a unidades médicas privadas; médicos 73% en el sector público y 27% en instituciones privadas; 85% de las enfermeras están en el sector público y 15% en el privado (Secretaría de Salud, 2011 y 2013).

Se reconoce que el sistema de salud en México está fragmentado, dado que conviven de manera desintegrada tanto los sectores público y privado, como el sector de la salud y el de la seguridad social. Esta fragmentación es consecuente con la forma en que se concibe al sistema de salud en la propia Constitución, pues genera duplicidades y una cobertura inequitativa. La precariedad de la seguridad social ha impactado, a su vez, en el débil desempeño innovador del país, tal como se argumenta enseguida.

LA INVENCION E INNOVACION EN SALUD EN MÉXICO

El marco analítico e instrumentos de investigación

En este apartado se analiza el papel de los agentes en los procesos de innovación en el sector de la salud en México, identificando el grado

¹⁰ Respecto de las farmacias, se aprecia un proceso de diversificación de servicios: no sólo se limitan a la venta de medicamentos y productos de apoyo a la salud, muchas de ellas ofrecen los servicios de consulta para asegurar la venta de medicamentos controlados y que requieren de una receta médica como son los antibióticos. Algunas estimaciones de la Secretaría de Salud indican que 43% de las farmacias ofrecen

y nivel de invención e innovación, así como su participación en el Sistema de Innovación en Salud colaborando con otros agentes. La unidad de análisis se conforma por los agentes que han obtenido patentes y que han estado en los registros de las empresas farmacéuticas y de las principales universidades del país.

Los instrumentos de investigación están integrados por indicadores de patentes y encuestas aplicadas a los directivos e investigadores, y por los datos publicados de dichos INS para identificar actividades en colaboración con otras instituciones de investigación y/o con empresas. Las patentes son un indicador de invención y de innovación, en la medida en que los inventos se patentan y se usan. En general son pocas patentes las que se utilizan; sin embargo, este indicador se ha utilizado en la innovación sobre todo porque refleja uno de sus aspectos críticos: la apropiación del conocimiento y la existencia de datos uniformes que permiten realizar comparaciones longitudinales y transversales.¹¹

Los datos sobre patentes fueron recopilados del Instituto Mexicano de Propiedad Industrial (IMPI) y la World Wide Patent Application. Se utilizó la clasificación internacional de patentes (CIP),¹² la cual divide la tecnología en ocho secciones, con alrededor de 70 mil subdivisiones, cada una de las cuales cuenta con un símbolo formado por números arábigos y letras del alfabeto latino. Los símbolos correspondientes de la CIP se indican en los documentos de patente (solicitudes y patentes conferidas publicadas), de los que en los últimos diez años se emitieron más de un millón por año.¹³ La clasificación abarca el con-

consultas médicas. Entre 2010, año en que fue publicado el “Acuerdo para controlar la venta de antibióticos”, y 2012, las farmacias con consultorio crecieron 130%. Las 10 mil farmacias con consultorio clínico atienden mensualmente a 7% de la población mexicana (Cofepris, 2013).

¹¹ Para una mayor discusión puede verse Griliches (1990).

¹² La Clasificación Internacional de Patentes (CIP), establecida por el Arreglo de Estrasburgo de 1971, prevé un sistema jerárquico de símbolos independientes del idioma para clasificar las patentes y los modelos de utilidad, con arreglo a los distintos sectores de la tecnología a los que pertenecen (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, OMPI: Clasificación Internacional de Patentes <http://ip.cspa.cenet.com/?locale=es_LP&view=paginaintermedia>).

¹³ Las oficinas nacionales o regionales de propiedad industrial que publican el documento de patente se encargan de asignar los símbolos de la CIP. Para los docu-

junto de conocimientos que pueden considerarse incluidos en el ámbito de las patentes de invención y se divide en ocho secciones. Las secciones son el nivel jerárquico más alto de la clasificación. Se realizó la búsqueda por institución, por país y por sector. Las patentes identificadas se ubican en cuatro de las ocho secciones que evidencia el carácter complejo y multidisciplinario de las invenciones en el sector salud:¹⁴

- A. Necesidades corrientes de la vida.
- C. Química-metalurgia.
- G. Física.
- H. Electricidad.

Se seleccionó un amplio periodo de análisis que abarcó desde los años 1930 del siglo XX al año 2012, con la finalidad de incluir el proceso de apertura que ocurre a partir del ingreso de México en 1986 al Acuerdo General de Aranceles y Comercio (GATT), hoy Organización Mundial de Comercio, así como la adscripción a los tratados internacionales, en particular los relacionados con la propiedad intelectual en 1991, y el ingreso a la OCDE en 1994. La información que se identificó en cada registro de patente fue: número y nacionalidad de la institución solicitante y propietaria de la patente, número y nacionalidad del invento, año de otorgamiento, resumen y clasificación. Con esta información se pudo agrupar y clasificar —atendiendo las características comunes— las patentes en función del tipo de innovaciones,¹⁵ y del grado de autarquía y colaboración entre agentes nacionales y extranjeros. Así, por tipo de innovación fueron clasi-

mentos PCT, los símbolos de la CIP son asignados por la Administración de Búsqueda Internacional (ISA) (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, OMPI; Clasificación Internacional de Patentes <http://ip.espacenet.com/?locale=es_LP&view=paginaintermedia>).

¹⁴ Cada sección se designa por una letra mayúscula de la A a la H, y se divide en varias clases que constituyen el segundo nivel jerárquico de la CIP. Cada clase comprende una o varias subclases que constituyen el tercer nivel jerárquico de la clasificación, hasta llegar a un nivel adicional en el que aparece un número.

¹⁵ Las patentes otorgadas se utilizan como *proxy* de las innovaciones, al ser un indicador eminentemente de invención que en muchos casos se utiliza como un acercamiento al estudio de la innovación.

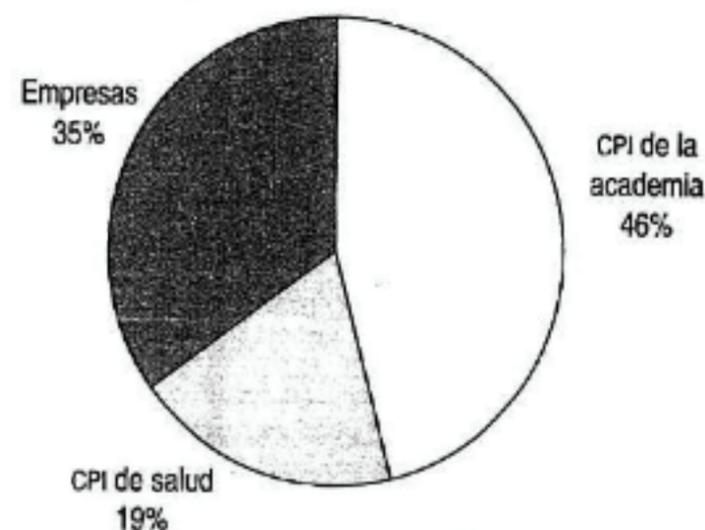
ficadas en *a*) artefactos, *b*) fármacos y *c*) diagnósticos y tratamientos.¹⁶ Respecto al grado de colaboración se clasificaron en autárquicas y en red. Con esta información se elaboró un perfil de los agentes para caracterizar el patrón de innovación en el sector de la salud. Los resultados se detallan enseguida.

El patentamiento de los agentes del Sistema Nacional de Innovación en Salud

En su conjunto, instituciones y empresas han obtenido 182 patentes en el área de la salud: 46% de los centros de investigación y desarrollo adscritos a universidades; 19% de CPI de la salud, y 35% de empresas (véase la gráfica 3). Los centros de atención como hospitales y ambulatorios no han patentado.

De acuerdo con la composición del patentamiento, el patrón de innovación refleja su especialización productiva. Así, los CPI de la academia se orientan a la elaboración de vacunas y medicamentos, los CPI

Gráfica 3
México: composición de la innovación por agentes de la salud al 2012
(número de patentes en porcentaje)



FUENTE: Jasso (2010).

¹⁶ Los *artefactos* incluyen ideas que se materializan en un nuevo o mejorado producto; los *fármacos* incluyen a los medicamentos y las *vacunas* y, finalmente, los tests de diagnósticos y tratamientos diversos.

del sector salud a vacunas y dispositivos médicos, diagnósticos y tratamientos médicos y las empresas a elaborar diagnósticos y fármacos.

Esta especialización por tipo de producto/proceso también muestra la capacidad productiva y científica asociada con tres áreas de conocimiento: a) la química y la biotecnología; b) la electrónica, eléctrica y mecánica, y c) la de servicios. Tales orientaciones muestran el perfil productivo innovador reseñado antes. Así, las áreas de química y biotecnología se especializan en los fármacos; las áreas de electrónica, eléctrica y mecánica, en los artefactos y dispositivos médicos, y el área de servicios en los métodos de diagnóstico y tratamiento de enfermedades y padecimientos diversos.

Predominan, con 82%, las invenciones en fármacos como medicamentos¹⁷ y en mayor número las vacunas, lo que explica el predominio de las áreas de conocimiento químico-biológicas. Las innovaciones en los medicamentos son realizadas principalmente por empresas multinacionales,¹⁸ mientras que las vacunas provienen de los CPI del sector salud como los INS y el IMSS, y por los CPI de la academia —la UNAM y la UAM.

El restante 18% de las invenciones corresponde a diagnósticos y tratamientos del área de servicios (10%) y a dispositivos médicos del área de conocimientos de mecánica, electrónica y materiales (8%). Su realización se atribuye a empresas, CPI de salud y CPI de la academia (véanse las gráficas 4 y 5).

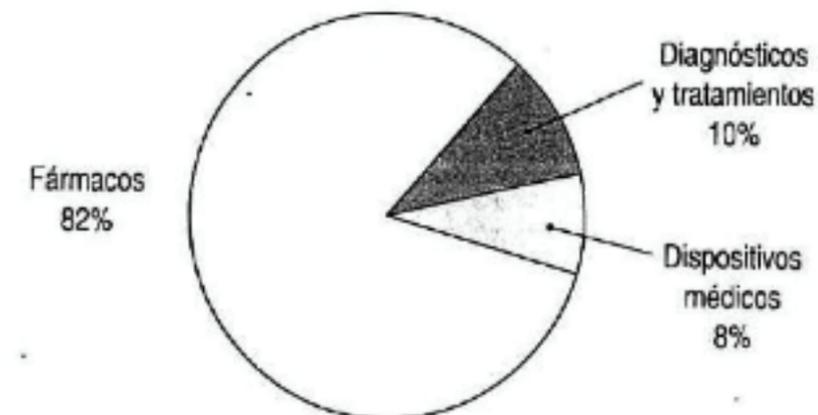
La tendencia en el patentamiento es reciente, registra un impulso importante a partir del siglo XXI (véase la gráfica 6). Por tipo de patentamiento, se evidencia un claro patrón de especialidad: las empresas farmacéuticas en fármacos, sobre todo medicamentos¹⁹ y las

¹⁷ En 2012, la producción del sector farmacéutico en México fue de 10 757 millones de dólares.

¹⁸ Las principales empresas de la industria en México son: Merck, Boehringer Ingelheim, Schering Plough, Bayer, Astrazeneca, Pfizer, Glaxosmithkline, Baxter, Eli Lilly Company y Novartis.

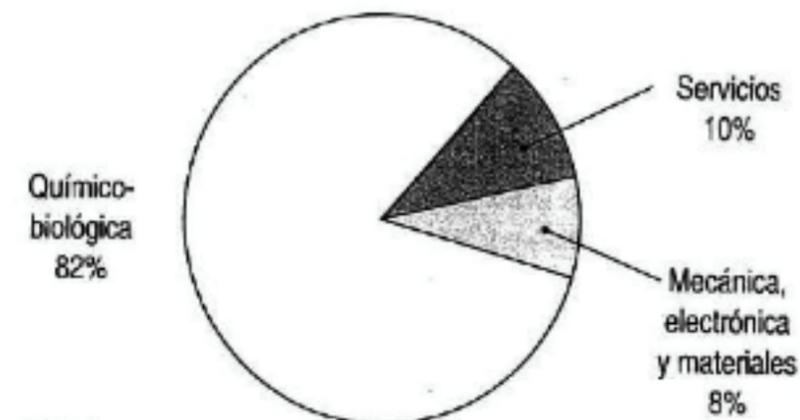
¹⁹ En el caso mexicano, el perfil de patentamiento de las empresas farmacéuticas mexicanas es consecuencia de una estrategia de protección local ante los desarrollos tecnológicos de países donde dichas empresas tienen sus centros de investigación y desarrollo, y en donde colaboran con amplias y estrechas redes, ya sea con otras universidades, centros de investigación e incluso empresas (Gonsen y Jasso, 2000).

Gráfica 4
México: composición de la innovación en el sector de la salud por tipo de patente al 2012 (número de patentes en porcentaje)



FUENTE: Jasso (2010).

Gráfica 5
México: Composición de la innovación en el sector de la salud por área de conocimiento al 2012 (número de patentes en porcentaje)

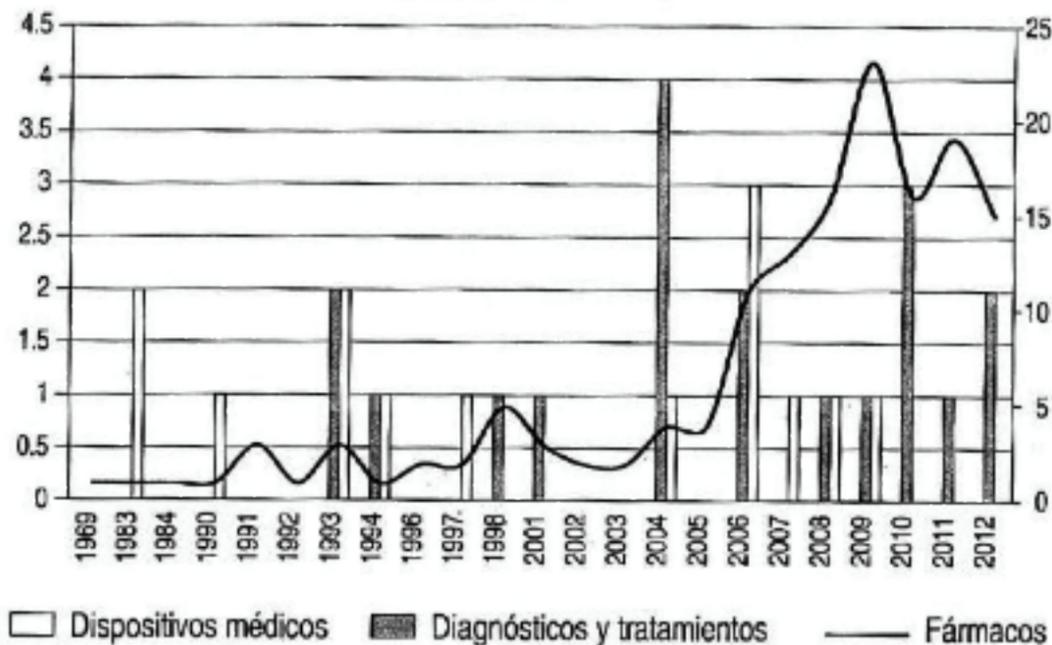


FUENTE: Jasso (2010).

redes que establecen con universidades para vacunas (véanse las gráficas 4, 6 y 7).

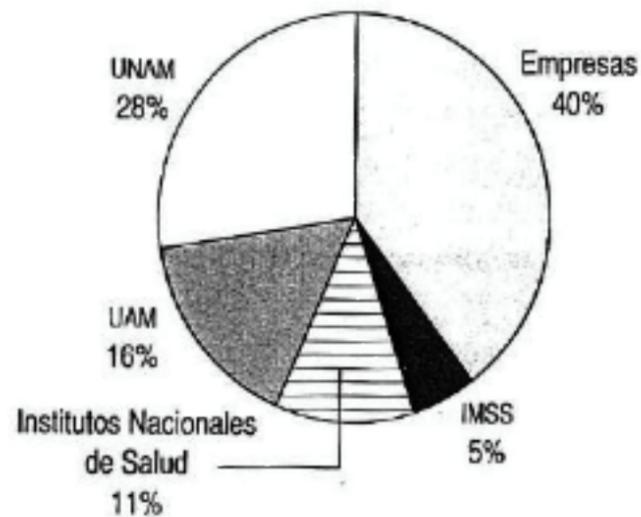
Los agentes que más patentan son las empresas, la UNAM y la UAM, seguida de los INS y el IMSS. Resulta paradójico el relativamente bajo patentamiento de los CPI de la salud, como son los casos de los INS y el IMSS, lo que es comprensible dado el tamaño menor de dichas instituciones en comparación con la UNAM o la UAM, y también

Gráfica 6
México: evolución innovadora en el sector de la salud en México por tipo de patente, 1969-2012 (número de patentes)



FUENTE: Jasso (2010).

Gráfica 7
México: innovación en el sector de la salud en fármacos, 1969-2012 (patentes por tipo de agente, en porcentajes)



FUENTE: Jasso (2010).

en el caso del IMSS, debido al perfil de especialización —orientado a la atención— y al relativo abandono de la investigación básica desde fines del siglo pasado (véase la gráfica 7).

Destacan los CPI de la academia en las innovaciones de dispositivos médicos. Este resultado da cuenta de la debilidad de las empresas para innovar, salvo el caso de la empresa Innovamédica, que es un *spin off* de la UAM creado por un científico emprendedor universitario mexicano. Esta empresa representa 30% de todas las patentes del área de salud de la UAM (véase la gráfica 8).

Gráfica 8
México: innovación en el sector de la salud en dispositivos médicos, 1969-2012 (patentes por tipo de agente, en porcentajes)

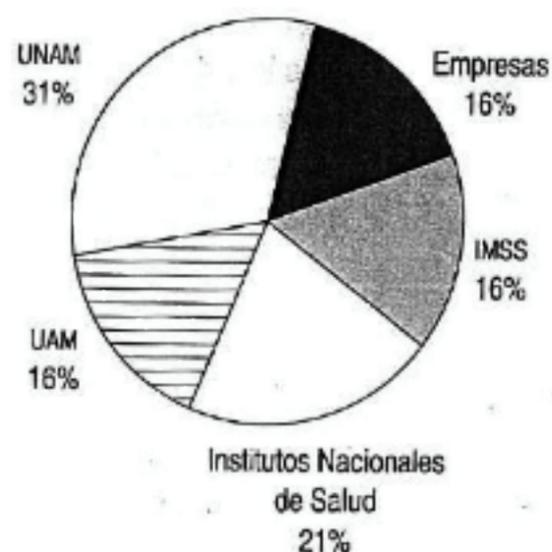


FUENTE: Jasso (2010).

Finalmente, un tercer perfil es aquel en el que los agentes analizados comparten sus conocimientos y habilidades para la elaboración de diagnósticos, como tests o *kits*, y el tratamiento de enfermedades. Destacan los centros de investigación públicos de la salud y académicos (84%) y las empresas (16%) (véase la gráfica 9).

Estos resultados reflejan la dinámica innovadora y, por ende, la aplicación de conocimiento, así como las estrategias de protección de los agentes y esquemas de incentivos que existen en el Sistema de Innovación en Salud en México; todo ello enmarcado en la composición del gasto en salud y el perfil epidemiológico. La lógica a partir de la

Gráfica 9
México: innovación en el sector de la salud
en diagnóstico y tratamiento, 1969-2012
(patentes por tipo de agente, en porcentajes)



FUENTE: Jasso (2010).

cual los agentes innovan, se explica en gran medida por este patrón de innovación en el sector de la salud. Así, las empresas se orientan por un incentivo de rentabilidad, por lo que preferirán elaborar productos con mayor valor agregado como los medicamentos de marca o de primera generación, cuyo precio es mayor en el mercado, o productos de menor rentabilidad pero con posibilidad de vender altos volúmenes, como son los medicamentos genéricos. En cuanto a las universidades y centros públicos de investigación del sector de la salud, su vocación estaría más orientada a la investigación, la docencia y la atención y tratamiento de la salud.

REFLEXIONES FINALES. SALUD Y DESARROLLO

Es evidente que las condiciones de salud de un país reflejan la calidad y condiciones de vida de un país. Como se ha señalado, estas condiciones se encuentran definidas por las características del SNIS; es decir, de los esfuerzos y resultados para atender las demandas de servicios

de salud, donde se incluye la prevención de padecimientos o enfermedades. Comparado con otros países, por ejemplo los de la OCDE, México cuenta con condiciones de salud menos exitosas, sobre todo evidentes en las tasas de mortalidad neonatal, infantil y materna y cáncer cérvico-uterino —un rasgo de las condiciones de rezago señaladas antes (véase la tabla 3).

Tabla 3
México y países de la OCDE: indicadores de salud, 2011

Indicador	México	OCDE
Esperanza de vida al nacimiento (años), ambos sexos	74.2	80.1
Esperanza de vida a los 65 años, ambos sexos	17.6	19.3
Bajo peso al nacer ^a	8.6	6.8
Tasa de mortalidad neonatal ^b	8.6	2.8
Tasa de mortalidad infantil ^b	13.7	4.1
Razón de mortalidad materna ^c	43.0	7.3
Tasa de mortalidad por cáncer cérvico-uterino ^d	12.3	3.7
Tasa de mortalidad por accidentes de transporte ^e	14.4	7.7

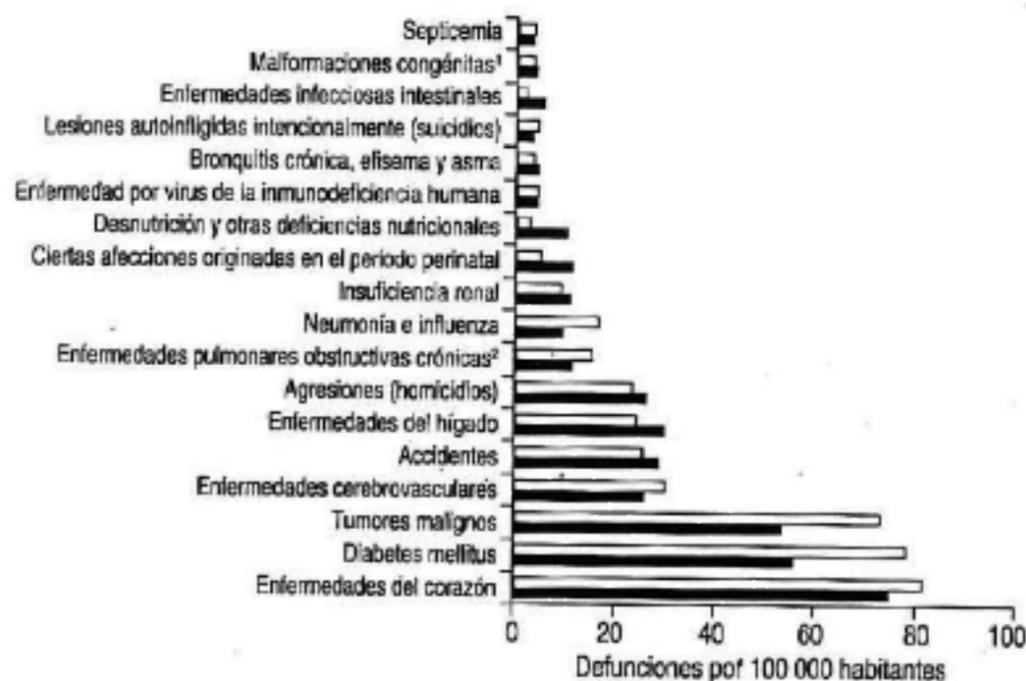
NOTAS: a) por 100 nacidos vivos; b) por mil nacidos vivos; c) por 100 mil nacidos vivos; d) por 100 mil mujeres; e) por 100 mil habitantes. Estimado con datos de 2011 o del último año disponible para cada país.

FUENTE: INEGI/Secretaría de Salud (2012a) y OECD (2013).

Si bien el perfil epidemiológico combina enfermedades de oportunidad científica con enfermedades de vulnerabilidad social y pobreza —debido al envejecimiento de la población y los hábitos relacionados con estilos de vida poco saludables—, también existen aspectos relacionados con las condiciones de desarrollo como la deficiente nutrición, explicable por los altos niveles de pobreza alimentaria de México; la deficiente atención durante el proceso de la natalidad; una débil infraestructura de servicios públicos como agua potable, y una escasa cultura de prevención asociada, por ejemplo, con la higiene (véase la gráfica 10).

Estos resultados, desde un aspecto institucional, coinciden con el bajo nivel de inversión en la salud. Así, México invierte de dos a

Gráfica 10
México: tasa de mortalidad por principales causas de muerte en entidades federativas con muy alto grado de marginación y muy bajo grado de marginación, 2011 (defunciones por cada 100 mil habitantes)



□ Muy alto grado de marginación ■ Muy bajo grado de marginación

NOTAS: 1) Incluye deformidades y anomalías cromosómicas; 2) excepto bronquitis, bronquiectasia, enfisema y asma. Según la Conapo, las entidades federativas de muy alta marginación son Oaxaca, Chiapas y Guerrero. Las entidades de muy baja marginación son Distrito Federal, Nuevo León, Coahuila y Baja California.

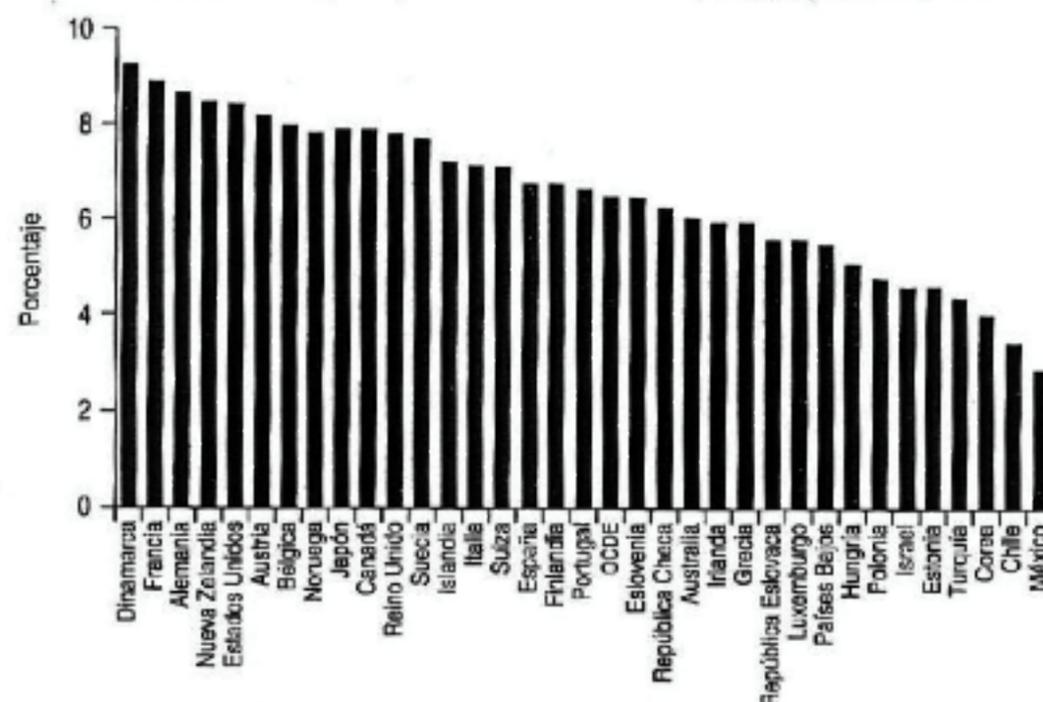
FUENTE: INEGI/Secretaría de Salud (2012b) y Conapo (2013b).

cuatro veces menos que muchos de los países de la OCDE, e incluso menos que algunos países de América Latina como Chile (véase la gráfica 11).

A pesar de esta baja inversión en salud en México, existen importantes capacidades científicas y tecnológicas de los CPI de la academia, de los CPI del sector de la salud y de las empresas mexicanas.²⁰ Esto

²⁰ El sector salud es el área que más publicaciones tienen en México, destacando sobre todo las grandes universidades públicas como la UNAM, la UAM o el IPN

Gráfica 11
Países de la OCDE: gasto público en salud como porcentaje del PIB, 2011



FUENTE: OECD (2013).

se evidencia al identificar una diversa pero clara especialización inventiva, resultado de un largo proceso de acumulación de capacidades científicas y tecnológicas iniciado en la década de 1930 para el caso de los CPI de la academia, sobre todo de la UNAM, y los CPI de la salud; también de las empresas mexicanas sobrevivientes del proceso de apertura como Senosiain y Silanes.²¹

Otro aspecto relevante en el tratamiento de la salud lo constituye el mercado de los medicamentos, y por ende del papel de la industria

y el Cinvestav y las empresas como Silanes-Instituto Bioclón y Probiomed (Foro Consultivo Científico y Tecnológico, 2011).

²¹ En el caso de Senosiain se trata de una empresa que tiene patentes en las que no ha colaborado con otras empresas o universidades o centros de investigación, es decir innova en autarquía. En el caso Silanes los antecedentes datan de 1926 que es cuando un grupo de científicos mexicanos inician en la UNAM investigaciones sobre antídotos contra picaduras de diversos animales ponzoñosos y que da como resultado el desarrollo de antivenenos patentados entre la UNAM y la empresa Silanes. De hecho es uno de los pocos casos en los que no sólo se usa el producto patentado, sino que también dicho desarrollo ha sido transferido al sector productivo.

farmacéutica, ya que son un medio de atención de la salud. En México la población destina el 87% de su gasto en salud a medicamentos (60%) y hospitalización (27%). El acceso a los medicamentos de calidad, en cuanto al precio, determina en gran medida la atención de las enfermedades.

De tal forma, la industria farmacéutica se caracteriza por ser una industria intensiva en conocimientos, por lo que la base científica resulta indispensable para generar innovaciones. Las barreras de entrada están definidas por los altos montos de inversión que implica la elaboración de nuevas sustancias, principios activos o nuevas moléculas que sean más efectivas para atender diversos padecimientos. Por lo general, las empresas se especializan en aquellos productos en los que han mantenido alguna tradición tecnológica, esto es, aquellos en los que más han acumulado capacidades productivas y tecnológicas para competir, y también por los nuevos descubrimientos y la demanda definida por segmentos de ingresos a nivel mundial. Estas condiciones orientan el comportamiento estratégico de las empresas.

La industria farmacéutica, a nivel mundial, es de las que más invierte en I+D, y también es de las más oligopolizadas; predominan empresas de Estados Unidos, Suiza y Alemania. Dado que la inversión en I+D es alta y que pocos de sus desarrollos iniciales llegan al mercado, para las empresas líderes resulta estratégico garantizar el retorno de su inversión en I+D, por lo que promueven e incentivan la protección de sus desarrollos por medio de patentes y establecen mecanismos para absorber el conocimiento existente, con esto pretenden adelantarse o superar a sus competidores. La patente se convierte no sólo en un medio de protección de sus nuevos medicamentos, sino también en un mecanismo de acceso y control de los mercados en donde venden sus productos. En esta industria compiten pocas empresas mexicanas como Silanes o Senosiain, que son las que más patentan en México.²²

Por otro lado, se ha generalizado un mercado alterno, que sigue al mercado de marca o patente: el de los medicamentos genéricos. Es-

²² Evidentemente, el patentamiento es muy bajo si lo comparamos con las patentes que han obtenido las empresas líderes mundiales.

te mercado está siendo atendido sobre todo por empresas locales; aunque no cuentan con las capacidades científicas o tecnológicas de las empresas farmacéuticas líderes, pueden copiar los principios activos, una vez que la patente se ha vencido. Por ello, las empresas seguidoras han elaborado estrategias de inteligencia competitiva, incluso apoyadas con instrumentos del Estado, para que puedan elaborar el producto antes protegido una vez expirada la patente —ahora en la categoría de medicamento genérico— e incluso utilizar y absorber el conocimiento disponible en las patentes liberadas.²³

Estas estrategias inciden y definen el mercado en México. Una exploración de las condiciones del mercado de la salud muestra que el perfil epidemiológico en México conlleva costos diferenciados en los que los medicamentos de marca, que generalmente son los que cumplen las pruebas de equivalencia y por ende tienen mejores resultados en la atención de la enfermedad, son los más costosos, y los más protegidos por patentes a nivel internacional (véase la tabla 4).

En síntesis, hay poco patentamiento y mayoritariamente en autarquía, así como una escasa relación entre los CPI del sector salud y el de la academia, lo que evidencia la debilidad inventiva. A pesar de importantes avances científicos y también importantes desarrollos tecnológicos realizados, muchos no son explotados dado el limitado proceso de transferencia ocurrido y las contadas patentes transferidas a la industria; esto, a su vez, refleja las limitantes existentes para el desarrollo del país.

Esta debilidad incide en la calidad y cobertura en la atención de la salud, e impone el reto de potencializar las capacidades científicas y tecnológicas para mejorar las condiciones de salud de la población de menores recursos, la cual en muchos casos padece lamentables o limitadas condiciones de salud —por la pobreza y desigualdad que existe en el país y el SNIS fragmentado. Sin embargo consideramos que es susceptible y factible de revertirse esta situación si se promueven y crean incentivos para que dicho SNIS mejore e incida en un mejor desarrollo del país.

²³ Algunos países en desarrollo han avanzado en materia de política pública para aprovechar esta ventana de oportunidad y así generar capacidades propias con inversiones menores y con menor riesgo.

Tabla 4
México: mercado de la salud, 2013

<i>Medicamentos genéricos (patentes vencidas)</i>	<i>Medicamentos de marca (patentes vigentes)</i>
<ul style="list-style-type: none"> Más baratos. 	<ul style="list-style-type: none"> Más costosas, dada su complejidad y mayor nivel de especialidad y de tiempo en el tratamiento
<ul style="list-style-type: none"> Medicamentos en los que se especializan las empresas seguidoras sobre todo en países en desarrollo como India. 	<ul style="list-style-type: none"> Medicamentos en los que las empresas farmacéuticas líderes focalizan su I+D, dado el tamaño de mercado más rentable.
<ul style="list-style-type: none"> Escasa o nula I+D, dado el pequeño tamaño y rentabilidad de mercado (ejemplo: enfermedad de Chagas) realizada principalmente por CPI de la academia y del sector salud. 	<ul style="list-style-type: none"> Intensa I+D comercializada y protegida por las empresas, orientada a enfermedades crónico-degenerativas.
<ul style="list-style-type: none"> I+D de CPI y universidades nacionales. 	<ul style="list-style-type: none"> I+D de las empresas farmacéuticas sobre todo extranjeras.
<ul style="list-style-type: none"> Bajo patentamiento y es de CPI de la academia y sector salud. 	<ul style="list-style-type: none"> Mayor patentamiento de empresas farmacéuticas respecto a los de los CPI de la academia y del sector salud.

FUENTE: elaboración propia, a partir de Secretaría de Salud (2011 y 2013) y Jasso (2011).

BIBLIOGRAFÍA

- CÁMARA DE DIPUTADOS, "Ley de los Institutos Nacionales de Salud", México, disponible en <<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/51.pdf>>.
- CASSELLS, Andrew (1995), "Health Sector Reforms: Key Issues in Less Developed Countries", en *Journal of International Development*, vol. 7, núm. 3, pp. 329-347.

- COMISIÓN FEDERAL PARA LA PROTECCIÓN CONTRA RIESGOS SANITARIOS (2013), México, en <<http://www.cofepris.gob.mx/Paginas/Inicio.aspx>>, consultado el 3 de febrero de 2013.
- CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (Conacyt) (varios años), *Informe general del estado de la ciencia y tecnología en México*, México, Conacyt.
- CONSEJO NACIONAL DE POBLACIÓN (Conapo) (2013a), "Proyecciones de la población de México 2010-2050", México, disponible en <http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Proyecciones/2010_2050/RepublicaMexicana.xlsx>.
- _____ (2013b), "Estimaciones de la población de México 1990-2010", disponible en <http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/Indicadores_Basicos_1990_2010/Nacional_1990_2010/RepublicaMexicana.xlsx>.
- CORONA, Leonel (2013), "Los servicios innovadores y de conocimiento", en Seminario de Administración y Economía de la Ciencia y la Tecnología, UNAM, abril.
- EDQUIST, Charles; Franco MALERBA, J. Stan METCALFE, Fabio MONTOBBIO y W. Edward STEINMUELLER (2004), "Sectoral Systems: Implications for European Innovation Policy", en F. Malerba (ed.), *Sectoral System of Innovation - Concepts, Issues and Analysis of Six Major Sectors in Europe*, Cambridge, Londres, Cambridge University Press.
- ETZKOWITZ, Henry y Loet LEYDESDORFF (2000), "The Dynamics of Innovation: From National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations", en *Research Policy*, vol. 29, núm. 2, pp. 109-123.
- FORO CONSULTIVO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO (FCCyT) (2006), *Diagnóstico de la política científica, tecnológica y de fomento a la innovación en México (2000-2006)*, México, FCCyT.
- _____ (2011), *Ranking de la producción científica mexicana*, México, FCCyT.
- GARZA, Gustavo; Jaime SOBRINO; Normand ASUAD; Carola CONDE y Conrado JIMÉNEZ (2013), *Teoría de las condiciones y los servicios generales de la producción*, México, El Colegio de México.

- GONSEN, Ruby y Javier JASSO (2000), "The Pharmaceutical Industry", en Mario Cimoli (ed.), *Developing Innovation System. Mexico in a Global Context*, Londres/Nueva York, Continuum, pp. 206-217.
- GRILICHES, Zvi (1990), "Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey", en *Journal of Economic Literature*, vol. 28, núm. 4, pp. 1661-1707.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI)/SECRETARÍA DE SALUD (SS) (2009), Base de datos de defunciones 1979-2008 y de las Proyecciones de la población de México 2005-2050, y Proyección retrospectiva 1990-2004, México, Dirección General de Información en Salud/Conapo.
- _____ (2012a), *Principales causas de muerte de la lista GBD*, México, INEGI/SS.
- _____ (2012b), *Principales causas de muerte según Lista Mexicana*, México, INEGI/SS.
- INSTITUTO BIOCLÓN, en <http://www.bioclon.com.mx/bioclon/html/home_es.html>, consultado en abril de 2013.
- INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL (IMPI) (2008), *Sistema de Información de la Gaceta de la Propiedad Industrial*, México, IMPI.
- INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PÚBLICA (INSP) (2003), *Encuesta Nacional de Salud 2000*, INSP/SS, México, disponible en <http://ensanut.insp.mx/informes/ENSA_tomo1.pdf>.
- JASSO, Javier (1998), "De los sistemas nacionales a los suprarregionales y subnacionales de innovación. Propuesta analítica y conceptual", en *Revista de Economía y Empresa*, Editorial, Asociación Europea de Dirección y Economía de la Empresa, núm. 34, vol. XII, 2a. época, pp. 115-131.
- _____ (2010), *Innovación tecnológica y redes de conocimiento: el caso de los centros de investigación en salud en México*, proyecto núm. 119337, México, Conacyt.
- _____ (2011), "Innovación y redes en instituciones de investigación en salud en México", en Congreso Latinoamericano sobre Gestión Tecnológica ALTEC, Lima, octubre.
- _____ y Ma. de Lourdes MARQUINA (2012), "Innovación en servicios: reflexiones en el sector de la salud pública en México", en

- María del Carmen del Valle (coord.), *Ciencia, tecnología e innovación en el desarrollo de América Latina*, México, UNAM, pp. 179-221.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD) (2013), *Health Statistics*, OECD.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL (OMPI), Clasificación Internacional de Patentes, disponible en <http://ip.espacenet.com/locale=es_LP&view=paginaintermedia>, consultado el 21 de abril de 2013.
- SÁBATO, Jorge (1975), *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia*, Buenos Aires, Paidós.
- SECRETARÍA DE SALUD (SS) (2011), *México, Sistema Nacional de Información en Salud*, disponible en <<http://sinais.salud.gob.mx/medicinaprivada/>>, consultado el 20 de marzo de 2013.
- TORRES, Arturo y Javier JASSO (2013), "Knowledge and Quality Innovation in the Health Sector: The Role of Public Research Organisations", en Latif Al-Hakim y Chen Jin, *Quality Innovation: Knowledge, Theory, and Practices*, Queensland, Australia, IGI Global Disseminator of Knowledge, pp. 159-188 (DOI: 10.4018/978-1-4666-4769-5).
- WINDRUM, Paul y Manuel GARCÍA-GOÑI (2008), "A Neo-Schumpeterian Model of Health Services Innovation", en *Research Policy*, núm. 37, núm. 4, pp. 649-672.

6. Efecto de las innovaciones disruptivas sobre las redes globales de producción: el caso de la genómica y la industria farmacéutica*

María de los Ángeles Pozas**

INTRODUCCIÓN

La convergencia de la genética y la biología molecular con los avances de la informática hizo posible el almacenamiento masivo de información para la clasificación genética y permitió, a su vez, el surgimiento de las ciencias genómicas. La secuenciación del genoma humano completo —el mapeo y ubicación de todos sus genes— lograda en el año 2001 se considera una innovación radical que bien puede transformar el paradigma de la medicina y los sistemas de salud en todo el mundo. Asimismo, tiende a modificar el propio proceso de investigación científica, que hoy más que nunca se ha vuelto interdisciplinario.

La revolución de la genómica, junto con la informática y la nanotecnología forman parte de los desarrollos recientes que tienen la cualidad de incidir en diversos ámbitos de la actividad económica. La investigación y la aplicación de la genómica al desarrollo de productos se encuentran en la primera fase del ciclo de innovación, considerada por la teoría como la fase que ofrece mayores oportunidades para posicionarse tempranamente en un mercado emergente (Pérez, 2004). Aunque son bien conocidas las condiciones de desventaja de los países latinoamericanos para competir en esta fase con Es-

* Los resultados de la investigación empírica en que se basa este trabajo fueron presentados en María de los Ángeles Pozas, "Scientific-Technical Services for the Pharmaceutical Industry in Mexico", en R.A. Hernández y N. Mulder (eds.), *Latin America's Emergence in Global Services. A New Driver of Structural Change in the Region?*, Santiago de Chile, ECLAC/UN, 2014.

** Profesora-investigadora del Centro de Estudios Sociológicos (CES) de El Colegio de México (mapozas@colmex.mx).

tados Unidos y otros países desarrollados, esta investigación postula que toda innovación disruptiva tiene un efecto de reorganización global de los sectores productivos en los que incide, afectando de manera diversa pero simultánea a los países incluidos en la red global de dicha actividad productiva. Esta hipótesis se ilustra con el caso de la industria farmacéutica y se postula que, a través de las transnacionales de este ramo, dicha transformación alcanza a los países en desarrollo aún en la primera fase de su ciclo de innovación.

El objetivo de este capítulo es reconstruir este proceso y analizar los mecanismos de participación de actores locales del sector salud en México, tales como farmacéuticas nacionales y de genéricos, así como laboratorios y centros de investigación públicos y privados. En la primera sección se sintetiza la evolución de la industria farmacéutica mundial; en la segunda, se analiza el cambio de paradigma propiciado por la genómica; en la tercera sección se reconstruye su efecto sobre la reorganización de esta industria alrededor del mundo. Finalmente, se analizan las consecuencias de esta transformación sobre la industria farmacéutica en México.

EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA

La industria farmacéutica constituye un excelente punto de partida para observar la relación entre ciencia e innovación y la actividad económica de un país o región, ya que su historia puede ser analizada como el proceso de adaptación a la irrupción de cambios radicales tecnológicos e institucionales (Gambardella, Orsenigo y Pammolli, 2000). En este sentido, la genómica constituye el impacto disruptivo más reciente sobre la industria farmacéutica, especialmente a partir de la conclusión del proyecto del genoma humano en 2001, por lo que el estudio de este proceso representa un interesante ejemplo del potencial transformador de una innovación radical.

Las primeras compañías farmacéuticas surgen a fines del siglo XIX de las compañías químicas suizas y alemanas especializadas en la producción de colorantes, tales como Ciba, Sandoz, Bayer y Hoechst, las cuales dominaron la industria hasta la Primera Guerra Mundial, ya

que producían 80% de los productos farmacéuticos en el mundo. En el mismo periodo, en Inglaterra y Estados Unidos surgieron empresas farmacéuticas, especializadas en este giro desde su inicio, como Wyeth (después adquirida por American Home Products), Eli Lilly, Pfizer, Warner-Lambert, Burroughs-Wellcome.

En el contexto de la Segunda Guerra Mundial, el interés de Estados Unidos en el descubrimiento de la penicilina para el desarrollo de antibióticos aceleró el ingreso de esta innovación al mercado. La inversión masiva del gobierno estadounidense en la investigación y producción de la penicilina contribuyó además al desarrollo institucional del sector, al coordinar cerca de 20 compañías, varias universidades y el Departamento de Agricultura para el desarrollo del producto. Esta coyuntura da lugar a la siguiente etapa, iniciada después de la Segunda Guerra Mundial, cuando se empieza a realizar investigación formal. No obstante, el tipo de investigación que se realiza descansa en las habilidades de los químicos acumuladas durante la guerra y en el *escaneo aleatorio* o por *ensayo y error*. Estas técnicas consisten en probar de forma sistemática los efectos de componentes químicos sobre enfermedades inoculadas en animales de laboratorio, con desconocimiento del mecanismo causal que vincula la cura de la enfermedad con el producto químico. Esta etapa, la cual se extiende hasta 1975 aproximadamente, presenta altas tasas de producción de nuevos fármacos y de importantes descubrimientos como los diuréticos, las drogas psicoactivas y muchos poderosos antibióticos. Durante este periodo el conocimiento se mantiene dentro de las farmacéuticas, por lo que está poco codificado y la experiencia del investigador resulta más relevante que su educación formal.

Se considera que la tercera época se desarrolla entre los años setenta y mediados de los noventa del siglo pasado, con los adelantos de la bioquímica molecular, la farmacología, la enzimología y la ingeniería genética. Estos avances transforman radicalmente la investigación, que pasa al desarrollo de drogas o medicamentos *por diseño*. Junto a los descubrimientos, en este periodo ocurre además un proceso de innovación incremental alrededor de moléculas ya existentes, la introducción de nuevas combinaciones entre ellas, así como nuevas formas de presentarlas y administrarlas. Además, florece la *investigación*

imitativa y el desarrollo de la industria de medicamentos genéricos (Malerba y Vonortas, 2009; Matraves, 1999).

Como describen Malerba y Orsenigo (2002), el sector farmacéutico muestra una serie de características particulares que lo hacen diferente de otros sectores industriales. El núcleo de los países y las compañías líderes en innovación farmacéutica permaneció muy pequeño y estable por un largo tiempo, lo que llevaría a pensar que un grupo de grandes farmacéuticas controlaba el mercado. Sin embargo, el grado de concentración del mercado fue consistentemente bajo en cualquier nivel de agregación que se considere. Esto se debe a la particular estructura y dinámica del sector, a la naturaleza de la investigación y a la fragmentación del mercado.

En primer lugar, la industria farmacéutica constituye el sector con los índices más altos de inversión en investigación y desarrollo (I+D); no obstante, un número muy pequeño de los componentes descubiertos se convierten *de facto* en productos comercializables. Hasta la década de 1960, sólo un par de docenas por año en promedio alcanzaban el mercado, este hecho constituyó una barrera natural al ingreso de nuevos competidores.

En segundo lugar, el mercado de fármacos fue históricamente un mercado fragmentado, dividido en *categorías terapéuticas* que no competían entre sí. Por ejemplo, los productos dirigidos a tratar enfermedades cardiovasculares no compiten con productos desarrollados para el tratamiento del cáncer, aunque, como veremos más adelante, este aspecto se ha modificado en las dos últimas décadas.

El tercer factor que explica la baja concentración histórica es la expiración de las patentes, que dio lugar al desarrollo de un sector basado en la *investigación imitativa* por parte de compañías de productos genéricos, que en conjunto dominaron un alto porcentaje del mercado mundial de la salud. Por consiguiente, la introducción exitosa de nuevas entidades químicas (NEQ) en forma de medicamentos o tratamientos innovadores era considerada un evento raro pero, una vez que se lograba, sus mercados mostraban altas tasas de crecimiento. Esto significa que las grandes transnacionales farmacéuticas basaron su rentabilidad en unos cuantos medicamentos de patente con gran éxito de venta (*blockbusters*) (Matraves, 1999).

En síntesis, hasta la década de los noventa, la investigación para la producción de nuevos medicamentos se centró en no más de 20 grandes transnacionales, cuya alta rentabilidad se apoyó en un sistema de patentes que las protegía el tiempo suficiente para garantizar sus inversiones en el desarrollo de nuevos y exitosos medicamentos. No obstante, con el surgimiento de la *farmacogenómica* este equilibrio se ha perdido, dando lugar a una rápida reorganización del sector a nivel internacional.

FARMACOGENÓMICA: PARADIGMA EMERGENTE PARA EL DESARROLLO DE MEDICAMENTOS

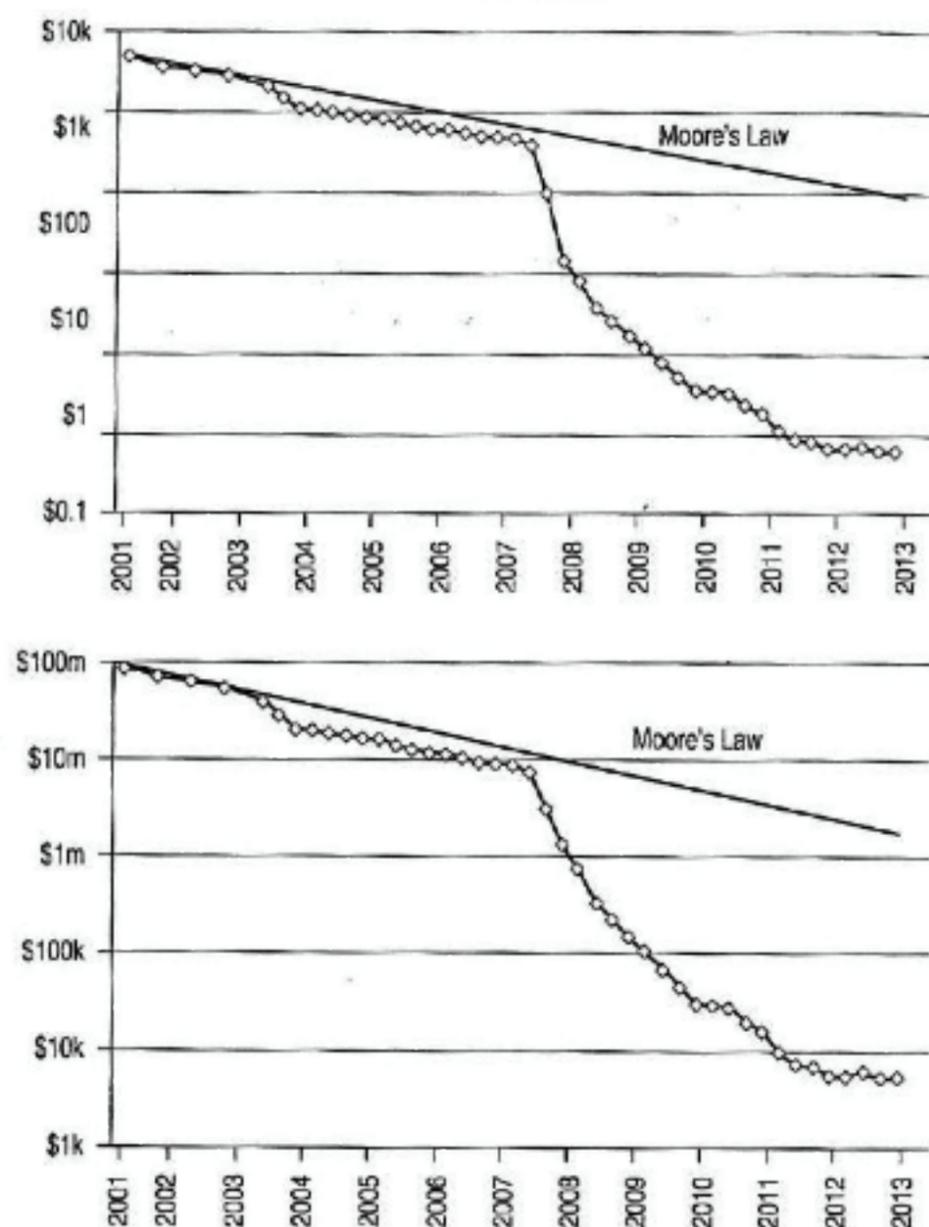
En este trabajo se postula que el modelo de investigación para la producción de medicamentos ha entrado en una cuarta etapa, caracterizada por la emergencia de la *farmacogenómica*, sustentada en la investigación de las reacciones adversas a los medicamentos y tratamientos, en función del grupo genético al que pertenecen los usuarios. Esta etapa tiene un fuerte impacto transformador sobre la industria farmacéutica mundial, ya que tiende a modificar la práctica de la investigación, la práctica médica y el propio mercado de medicamentos. Además, requiere de cambios regulatorios importantes en los países que la adoptan y de mayor vinculación entre los diferentes actores públicos y privados de los sectores de salud en cada país.

Con la emergencia de la farmacogenómica se abren nuevas oportunidades para la industria farmacéutica, pero el tiempo requerido para adoptar el nuevo paradigma, sumado a la muy próxima expiración de la mayor parte de sus medicamentos de patente, lleva a estas compañías a una crisis de transición que tienden a resolver consolidando la industria, a través de un proceso de fusiones y alianzas estratégicas. A fin de mostrar el impacto que una innovación disruptiva como la genómica tiene sobre la industria farmacéutica a una escala mundial, es necesario entender en qué consiste la innovación.

La secuenciación del genoma humano es el resultado del desarrollo de una nueva tecnología cuya acelerada transformación en la última década provocó una caída de su costo, algo sin precedentes en

la historia de la tecnología. El costo de secuenciar un genoma completo pasa de 500 mil dólares, en 2002, a 50 mil en 2010; con el arribo de nuevas técnicas de secuenciación basadas en la nanotecnología se espera que el precio alcance los mil dólares en los próximos años (véase la gráfica 1).

Gráfica 1
Caída en el costo de secuenciación



FUENTE: tomadas de "National Human Genome Research Institute" (<www.genome.gov>, consultado en septiembre de 2013).

Conforme cae el costo de la secuenciación, crece no sólo el número de especies cuyo genoma es secuenciado, sino también el número de científicos que tienen acceso a este tipo de procedimiento. Por ello, los descubrimientos que resultan de contar con un mapa genético cada vez más preciso se multiplican con gran celeridad.

En este contexto surge la farmacogenómica,¹ la cual se basa en el descubrimiento de que un mismo gen puede codificar múltiples proteínas; la investigación farmacogenética, sustentada en el paradigma de "un gen, una enfermedad, un tratamiento", es reemplazada por pruebas genéticas que determinan "configuraciones o sistemas de genes". Es decir, la combinación de genes distintos puede dar lugar a grupos humanos que padecen los síntomas de la misma enfermedad pero que responden de manera diferente al mismo medicamento: un grupo puede tener excelente reacción, otro grupo puede eliminar rápidamente el medicamento y no curarse, un tercero puede tener reacciones adversas, en ocasiones letales (véase la gráfica 2).

La adopción del nuevo paradigma por parte de la industria farmacéutica empieza a reflejarse en el descubrimiento de nuevos medicamentos al final de la primera década de este siglo, cuando se produce una transición de los esquemas de investigación centrados en la enfermedad hacia los llamados *molecular pathways*,² o patrones moleculares. En sólo nueve años esta aproximación ha cambiado la forma de pensar las enfermedades y tiende a modificar el proceso de descubrimiento.

La secuenciación del genoma humano reveló que el mapa de 22 mil genes no tenía, como se esperaba, mucha capacidad predictiva para la identificación de las proteínas responsables de enfermedades comunes como el cáncer, la diabetes o males cardíacos —considerando

¹ Farmacogenómica es la parte de la farmacología que estudia la influencia de la variación genética en la respuesta de los individuos a los medicamentos; correlaciona la expresión de los genes con la eficacia de un medicamento o sus propiedades toxicológicas.

² El método *molecular pathway* parte del postulado de que una sola proteína puede transmitir mensajes a varias proteínas, algunas veces a través de múltiples rutas, afectando sus funciones. El conocimiento de estos patrones y la forma en que interactúan ayuda a identificar la proteína-objetivo más apropiada para desarrollar un medicamento.

Gráfica 2
Farmacogenómica versus farmacogenética

Farmacología tradicional

(un gen → una enfermedad → un medicamento o tratamiento)



Farmacogenómica

(diferentes tipos de configuración genética dan distintos tipos de respuesta al mismo medicamento)

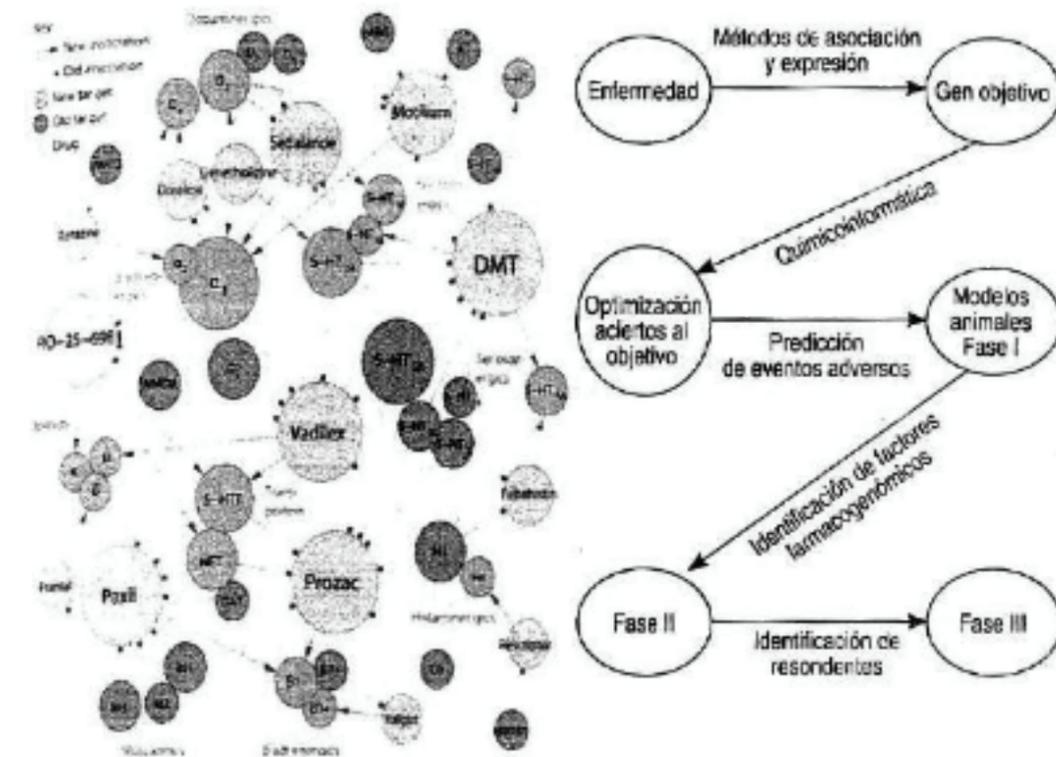


FUENTE: Imagen tomada de "NIH Pharmacogenomics Research Network" (<www.nigms.nih.gov>, consultado en octubre de 2012).

a los genes como predictores individuales. Gracias a la bioinformática, la químico-informática y el cálculo algorítmico, se descubrió que existen concatenaciones que forman patrones (Karczewski, Daneshjou y Altman, 2012) (véase la gráfica 3).

Este método permite entender el mecanismo de una enfermedad y encierra el potencial de disminuir de forma considerable el tiempo que regularmente transcurre entre el descubrimiento de la proteína y la llegada del medicamento al mercado, plazo que solía ser mayor a diez años. No obstante, dicho método lejos está de alcanzar la estandarización necesaria como para presumir su adopción generalizada en el sector.

Gráfica 3
La farmacogenómica en el descubrimiento de medicamentos
(molecular pathway)



FUENTE: Karczewski, Daneshjou y Altman (2012).

Aunque el enfoque descrito constituye una posible salida a la crisis que la industria farmacéutica enfrenta desde mediados de los años noventa, la adopción del nuevo paradigma es lenta, no así las restricciones que su mera posibilidad científico-técnica introdujo en los países avanzados. Desde mediados de la primera década de este siglo se dejaron sentir sus efectos sobre la industria farmacéutica. Las agencias encargadas de aprobar la circulación de medicamentos y tratamientos, especialmente la FDA en Estados Unidos y la EMEA en Europa, volvieron más estrictos los criterios para la autorización de sus productos. La aprobación anual de nuevos medicamentos cayó a los niveles anteriores a 1970: en 2008 la FDA aprobó sólo 24 nuevos medicamentos, 25 en 2009 y 21 en 2010 (FDA, en <www.fda.gov>).

Esta caída se asocia a la emergencia de un nuevo paradigma de salud y la tendencia a desarrollar tratamientos específicamente orientados,

los cuales, más allá de la "receta", requieren de mayor atención médica. Así, las empresas farmacéuticas se encuentran ante el reto de desarrollar productos equiparables en venta a los que están en proceso de expirar.

Entre 2009 y 2012, más de 100 mil millones de dólares en ventas de fármacos se perdieron a causa del vencimiento de patentes. En 2013, por ejemplo, muchos gigantes farmacéuticos, sobre todo estadounidenses y europeos, perdieron cerca de 29 mil millones de dólares a causa del vencimiento de patentes, y hay muchas otras a punto de expirar (véase el cuadro 1).

Cuadro 1
Expiración de patentes

<i>Dueño de la patente</i>	<i>Medicamento</i>	<i>Tratamiento</i>	<i>Fecha de expiración</i>
Abbott	Kaletra	VIIH/Sida	2016
	Norvir	VIIH/Sida	2014
Astellas	Prograf	Rechazo a trasplantes	2008
	Protopic	Dermatitis	2014
	VESIcare	Vejiga sobreactiva	2015
AstraZeneca	Crestor	Colesterol	2016
	Symbicort	Asma	2012
	Seroquel	Esquizofrenia	2012
Boehringer Ingelheim	Flomax	Hipertrofia prostática	2009
Bristol-Myers Squibb	Efavirenz	VIIH/Sida	2012
Daiichi Sankyo	Cravit	Enfermedades infecciosas	2010
	Mevalotin	Colesterol	2006
	Eisa Aricept	Alzheimer	2010
	Olmotec	Alta presión	2012
	AcipHex	Reflujo gástrico en el esófago	2012
Eli Lilly	Zyprexa	Esquizofrenia	2011

Cuadro 1 (continuación)

<i>Dueño de la patente</i>	<i>Medicamento</i>	<i>Tratamiento</i>	<i>Fecha de expiración</i>
GlaxoSmithKline	Epivir	VIIH/Sida	2014
	Relenza	Influenza	2014
	Seretide/Advair	Asma	2010
	Hycamtin	Cáncer	2010
Johnson & Johnson	Cozzar	Hipertensión	2010
Merck	Diovan	Hipertensión	2012
	Singular	Asma	2012
Novartis	Zometa	Cáncer	2013
Pfizer	Lipitor	Colesterol	2011
	Viagra	Disfunción eréctil	2012
	Xalatan	Glaucoma	2011
Sanofi Aventis/Bristol- Myers Squibb	Plavix	Anticoagulante para afecciones cardíacas	2012
Sanofi Aventis	Taxotere	Cáncer de pecho	2013
Takeda	Actos	Diabetes	2011
	Blipress	Alta presión arterial	2012
	Leuprorelin	Cáncer de próstata	2014
	Prevacid	Úlcera	2009

FUENTE: Stone (2013).

Además de la pérdida en su ingreso por ventas, la crisis del sector farmacéutico se expresó en una caída del empleo. Desde el año 2000 las empresas han recortado aproximadamente 300 mil empleos, 150 mil luego de 2009.

La I+D realizada bajo el nuevo paradigma ha sido incapaz hasta ahora de llenar los vacíos que se crearán. Al mismo tiempo, la política de salud pública ha favorecido una disminución en el precio de los medicamentos, lo que estimuló la capacidad de la industria de genéricos para competir en el mercado con las farmacéuticas de patente. De

las 21 patentes aprobadas para su producción en 2010, una pertenece a Watson, compañía estadounidense de genéricos.

En síntesis, la mayor parte de las patentes de los medicamentos más vendidos de las grandes farmacéuticas han expirado o están por expirar. La investigación de nuevos medicamentos y tratamientos se realiza en el contexto del nuevo enfoque descrito antes, lo cual incrementa exponencialmente el tiempo y los costos de investigación. El tránsito de un paradigma a otro se realiza a través de un ajuste de la industria farmacéutica internacional, el cual modifica las estrategias globales de las transnacionales afectando a los países latinoamericanos de diversas formas.

RECONFIGURACIÓN DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA MUNDIAL

Si bien las causas de la crisis del sector son múltiples, este trabajo sugiere que la emergencia del nuevo paradigma de la farmacogenómica se encuentra detrás de esta situación, ya que al modificar la forma de la investigación alteró el ritmo de reemplazo de los medicamentos en proceso de expirar. Tal situación obligó a la industria farmacéutica a una reorganización internacional a través de diversas estrategias: unas ancladas en el paradigma tradicional, orientadas a sortear la crisis del sector en tanto se compensa la pérdida de rentabilidad ante la expiración de importantes patentes; otras con la mirada en el futuro, orientadas al desarrollo de la investigación bajo el esquema emergente de la farmacogenómica.

Las primeras estrategias buscan mantener el control del mercado de medicamentos consolidando el sector a nivel mundial a través de fusiones y adquisiciones (M&A), con el doble objetivo de integrar diversos nichos definidos por las diferentes categorías terapéuticas. De tal forma, se fusionan o adquieren otras empresas farmacéuticas especializadas en categorías terapéuticas diferentes. Con frecuencia, este tipo de fusiones es el resultado de adquisiciones hostiles realizadas en los mercados bursátiles, lo que da cuenta de una verdadera batalla por la apropiación del mercado. El segundo objetivo consiste en aso-

ciarse o adquirir empresas de genéricos, con el fin de transformar sus medicamentos de patente a punto de expirar en productos genéricos de marca, y así extender su participación en el valor de su venta.³

Las operaciones entre grandes farmacéuticas y empresas de medicamentos genéricos incluyen además convenios de licenciamiento para la producción del mismo medicamento con diferente marca, es decir, buscan utilizar la plataforma tecnológica de otra empresa para producir con la marca propia (véase el cuadro 2).

Este tipo de convenio, común en otros giros productivos, se convierte en un medio eficaz para mantener el *stock* de productos de la compañía en el mercado, de forma que garantice su presencia y su nivel de utilidades. La consolidación del sector tiende a eliminar la tradicional fragmentación de la industria propiciada por las diferentes categorías terapéuticas. Como resultado, la concentración de ventas globales de los diez laboratorios farmacéuticos más grandes en el mundo había pasado de 20%, en 1985, a 48% en el año 2000 (Santos y Cuarón, 2009).

El segundo tipo de estrategias, orientadas a la adopción del nuevo paradigma, se relaciona necesariamente con la generación de las condiciones para la investigación y el desarrollo de medicamentos bajo los dictados de la farmacogenómica. En este sentido, el blanco de las fusiones son las empresas de biotecnología, esencialmente aquellas que cuentan con investigación avanzada sobre nuevas moléculas susceptibles de convertirse en medicamentos (véase el cuadro 3).

Las transacciones farmacéuticas y biotecnológicas ascendieron a 103.9 mil millones de dólares en 2011, superiores a los 99.4 mil millones de dólares del año 2010 (Deloitte, 2013). Un interesante resultado inesperado del empleo de pruebas genómicas es que ciertos medicamentos, censurados por haber provocado reacciones letales en algunos pacientes, pueden ser relanzados si se identifica la configuración genética de las personas susceptibles de tener este tipo de reacción adversa. Así, gracias a la farmacogenómica es posible incluir en la

³ No obstante, hay que señalar que la industria de genéricos ha iniciado por su cuenta un proceso de internacionalización: la israelí Teva, gigante de los genéricos en el mundo, adquirió a la estadounidense Ivax en 2005; en 2006 la industria hindú de genéricos Dr. Reddy adquirió la alemana Betapharm.

Cuadro 2
Ejemplo de fusiones y adquisiciones (M&A) dirigidas a expansión de mercado

Fecha	Farmacéutica	Compañía que obtiene	Tipo de compañía adquirida	Tipo de operación
2008	Teva (Israel, genéricos).	Barr Pharma (Estados Unidos).	Genéricos.	Fusión.
2009	Pfizer.	Wyeth (Estados Unidos).	Farmacéutica.	Compra (take over).
2009	Merck & Co. (Estados Unidos).	Schering-Plough (Estados Unidos).	Farmacéutica.	Compra (acquisition).
2009	Sanofi-Aventis (Francia-Alemania).	Zentiva (República Checa).	Genéricos.	Compra (take over).
2009	Abbott Laboratories (Estados Unidos).	Solvay Tech (Estados Unidos).	Farmacéutica.	Compra (take over Solvay).
2009	Sanofi-Aventis (Francia/ Alemania).	Merial (Estados Unidos).	Veterinaria.	Compra (take over Merck & Company).
2010	Teva (Israel, genéricos).	Ratiopharm (Alemania).	Genéricos.	Compra (take over).
2010	Astellas Pharma (Japón).	OSI Pharmaceutical (Estados Unidos).	Farmacéutica.	Fusión.
2011	Merck & Co. (Estados Unidos).	Hanwha Chemical (Corea del Sur).	Genéricos.	Convenio de coproducción (licencia).
2011	Gedeon Richter (Hungría).	STADA (Alemania).	Genéricos.	Convenio de coproducción (licencia).
2011	Samsung (Corea del Sur).	Biogen (Estados Unidos).	Genéricos.	SD.
2011	Lonza (Suiza).	Arch Chemical (Estados Unidos).	Productos químicos para la industria farmacéutica.	Compra.
2011	Takeda (Japón).	Nycomed (Noruega).	Farmacéutica.	Fusión.
2012	Watson (Estados Unidos).	Actavis (Australia).	Genéricos.	Compra.

FUENTE: <http://www.pmlive.com/pharma_news/the_m_and_a_trend_in_pharma_600633>, consultado en febrero de 2012.

Cuadro 3
Ejemplo de fusiones y adquisiciones (M&A) dirigidas a la I+D

Fecha	Farmacéutica	Compañía que obtiene	Tipo de compañía adquirida	Tipo de operación
2006	Merck & Co. (Estados Unidos).	Serono (Suiza).	Biología.	Fusión (merger).
2007	AstraZeneca (Reino Unido).	MedImmune (Estados Unidos).	Biología.	Fusión.
2008	Novartis (Suiza).	Alcon (Suiza).	Equipo biomédico.	Fusión.
2008	Roche (Suiza).	Genentech (Estados Unidos).	Biología.	Fusión.
2009	GlaxoSmithKline (Reino Unido).	Stiefel Lab. (Estados Unidos).	Laboratorios/farmacia.	Compra (acquisition).
2010	Merck-German (Estados Unidos).	Millipore (Estados Unidos).	Biología.	Compra (take over).
2010	Astellas Pharma (Japón).	OSI Pharmaceutical (Estados Unidos).	Farmacéutica.	Fusión.
2011	Samsung (Corea del Sur).	Quintiles (Estados Unidos).	Consultoría para empresas de I+D en farmacia.	Fusión.
2011	Fujifilm (Japón).	Kyowa Hakko Kirin (Japón).	Biología.	Fusión.
2011	Lonza (Suiza).	Arch Chemical (Estados Unidos).	Productos químicos para industria farmacéutica.	Compra.
2012	Jazz Pharmaceutical (Estados Unidos).	EUSA Pharma (Reino Unido).	Biología.	Compra.

FUENTE: elaboración propia con base en entrevistas en el INSP: CISE (Centro de Investigación en Enfermedades Infecciosas); CINYS (Centro de Investigación en Nutrición y Salud); CISS (Centro de Investigación en Sistemas de Salud); CRISP (Centro Regional de Investigación en Salud Pública).

leyenda del medicamento el tipo de prueba genética y el tipo de genes que deben o no deben estar presentes en el paciente antes de administrar el tratamiento. Evidentemente esto resulta muy atractivo para las compañías farmacéuticas, por lo que se ha convertido en un estímulo importante para la investigación y la forma más rápida de lograr un nuevo *blockbuster*. Otras empresas se han orientado a explotar nichos de mercado muy pequeños pero de alta rentabilidad, como en el caso de los “medicamentos huérfanos”, desarrollados para enfermedades raras con muy baja incidencia en la población, pero que cuentan con protección extra para patentes y un proceso racionalizado de revisión regulatoria en los países avanzados.

CONSECUENCIAS DE LA REORGANIZACIÓN DEL SECTOR PARA MÉXICO

La reorganización de la industria farmacéutica puede ser atribuida, como señalamos antes, a un cambio en el paradigma de salud propiciado por la emergencia de la farmacogenómica. El tipo de “medicina personalizada” que éste promete ya ha dado lugar a modificaciones en la regulación sanitaria en Estados Unidos y otros países desarrollados, así como en la práctica médica. Estos cambios han propiciado el reemplazo de la prescripción de medicamentos surtidos en farmacias por tratamientos médicos que se conectan con cadenas completas de nuevos servicios a la salud: desde el monitoreo y recopilación de datos sobre los pacientes, hasta pruebas genéticas, consultas y gestión de datos para el cuidado de la salud.

Las compañías de seguros juegan un papel importante en la difusión del nuevo paradigma al solicitar que los productos farmacéuticos demuestren beneficios superiores para el paciente antes de autorizar un reembolso. Llegan incluso a pedir una “investigación comparativa de la efectividad” (CER, por sus siglas en inglés), para comparar tratamientos médicos de acuerdo con su seguridad, eficacia y costos (Deloitte, 2013). En consecuencia, se ha producido un extraordinario aumento en los análisis médicos, como un servicio enfocado en estrategias de acceso al mercado y reembolso. Aunque es un proceso gra-

dual, las grandes farmacéuticas empiezan a desarrollar el concepto de “servicios integrados para el cuidado de la salud”; por este motivo han modificado sus modelos de negocio de forma que pueda incluir socios capaces de responder a este tipo de demanda. Esta forma de transición tiene un altísimo costo para las grandes farmacéuticas, por lo que el acceso a los sectores de salud de los países con economías emergentes constituye un factor esencial dentro de sus estrategias de mercado. Las áreas de biotecnología y biosimilares, dispositivos de combinación y de Big Data son particularmente activas (Deloitte, 2012).

En México esto se refleja en el acelerado crecimiento del sector farmacéutico durante los últimos años. El valor del mercado fue de 14.9 mil millones de pesos en 2010 y se espera que en el año 2016 alcance 19.5 mil millones de pesos (Deloitte, 2013; Cofepris, 2010).⁴ En 2011 la comercialización de productos de las 186 empresas del sector establecidas en el país (de las cuales 47 son filiales de grandes transnacionales) se incrementó 6.4 por ciento, respecto del año 2010. En promedio, las ventas del sector crecieron 12% en los últimos años (2007-2012). La producción en el territorio nacional (tanto por parte de fabricantes locales como transnacionales) representa alrededor de 80% de las ventas de las farmacéuticas; el 20% restante proviene de las importaciones. Se prevé que el gasto per cápita en salud crezca a una tasa de 6% entre 2013 y 2016, como resultado de la tendencia observada desde 2005, ya que a partir de esta fecha el gasto en medicamentos se incrementó 86% en cinco años (Research and Markets, 2011).

En respuesta a la oportunidad de atraer inversión extranjera, los gobiernos de los países en desarrollo tienden a introducir reformas en los marcos regulatorios y en la cobertura de la atención a la salud pública. México no es la excepción, así por ejemplo, en 2011 el gobierno presentó una ley para promover las asociaciones público-privadas, aumentar las actividades de construcción de hospitales y mejorar los suministros. Al mismo tiempo, los cambios regulatorios tienden a in-

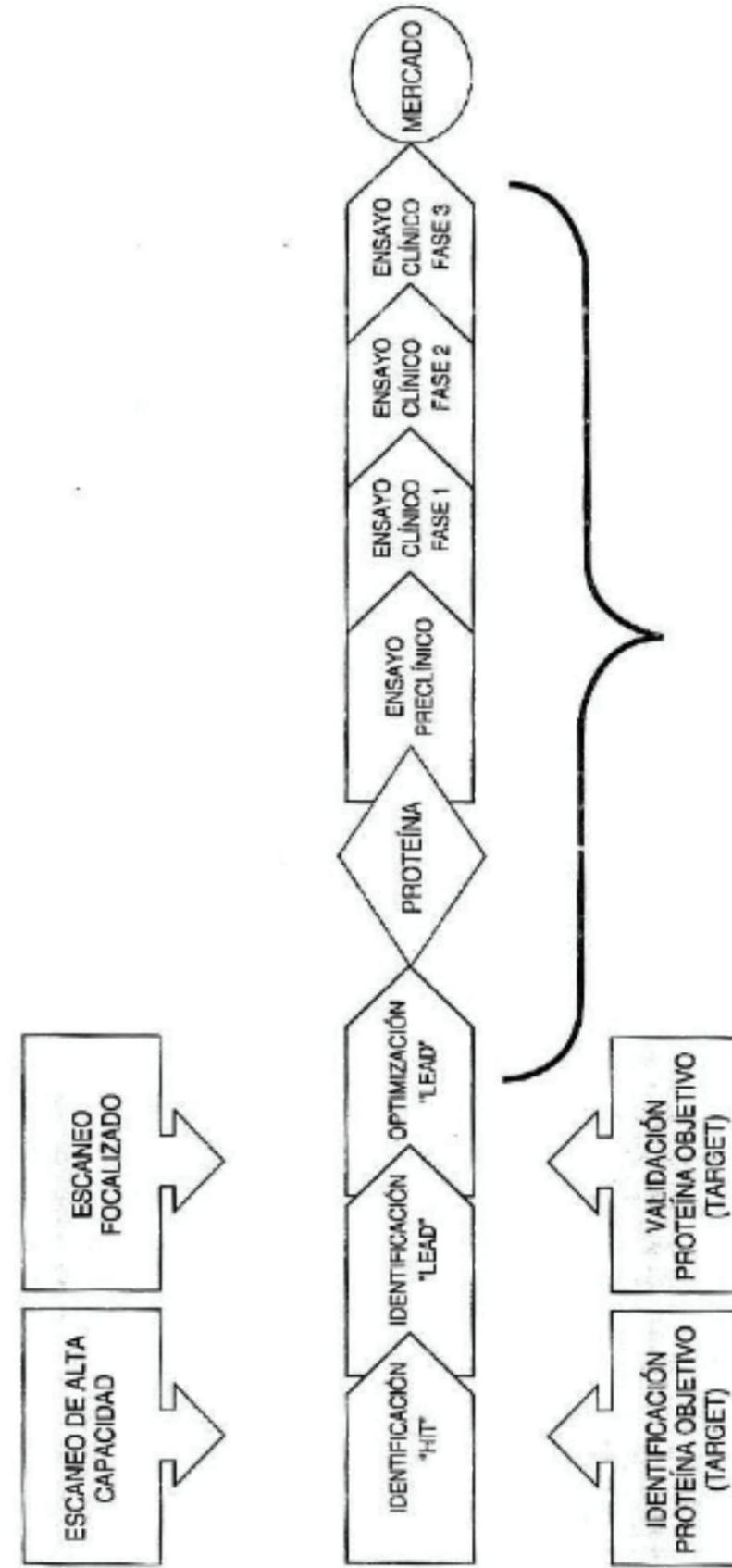
⁴ Cfr. Reporte “Administración de la Salud Pública en México”, publicado por la Comisión Federal para la protección contra Riesgos Sanitarios (Cofepris); Libro de Datos de Mercados Farmacéuticos del Mundo, cuarto trimestre de 2011, Espicom; Reporte sobre Cuidado de la Salud y Farmacéuticas, citado por Deloitte (2013).

crementar la vigilancia sanitaria obligando a las farmacéuticas a probar en la población mexicana los fármacos que quieren introducir al mercado. En 2005, la Cofepris (Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios) modificó la vigencia de los registros sanitarios para fijarla a cinco años —previamente permanentes—, por lo que las empresas farmacéuticas deben actualizar continuamente la información de sus registros clínicos. Para obtener dichos registros, los medicamentos son sometidos a pruebas de biodisponibilidad y bioequivalencia, cuyos costos varían entre un millón y 2.5 millones de pesos para el registro inicial, en tanto que el costo de su renovación puede llegar a 75% del costo inicial. Además de este cambio en la normatividad sanitaria, en agosto de 2008 se publicó un decreto presidencial que elimina el “requisito de planta”, que impedía que laboratorios que no tuvieran instalaciones de fabricación en nuestro país pudieran importar medicamentos. Esto favorece a las transnacionales y, sumado al alto costo de los registros clínicos, constituye una fuerte presión para el sector de medicamentos similares y genéricos, por lo que alienta su disposición a vender o asociarse con las transnacionales. La obligación de probar sus productos en México, realizada primero en unidades de farmacología y posteriormente en hospitales y centros de salud, se refleja en un aumento de las actividades de investigación realizadas en el país (véase la gráfica 4).

La encuesta sobre investigación clínica realizada por la Asociación Mexicana de Industrias de Investigación Farmacéutica (AMIIF, 2009) registra el crecimiento acelerado de la inversión en investigación clínica en el país. En 2003 se realizaban menos de cien estudios clínicos al año, en 2005 la cifra había aumentado a 2 025 investigaciones agrupadas en 425 protocolos para 22 áreas terapéuticas. La inversión en este tipo de estudios creció a una tasa cercana al 15% anual, para alcanzar en 2008, 86 213 millones de dólares, y 105 806 millones en 2009.

De acuerdo con la encuesta, en estos proyectos de investigación participan más de dos mil investigadores de instituciones y centros de investigación en todo el país, de los cuales cerca de 80% son instituciones públicas. Otro factor que incide sobre el aumento de los estudios clínicos es la estrategia de las farmacéuticas para la revalorización de medicamentos existentes, a través de la combinación de sustancias

Gráfica 4
Proceso de desarrollo de nuevos medicamentos



FUENTE: Pozas (2014).

activas que ya tienen en el mercado 10 o 15 años —patentadas en su momento por la propia empresa— para incluirlos en una sola dosis. Esta práctica tomó tanto auge que en 2012 la Cofepris se vio obligada a regular su autorización bajo el rubro: “Requisitos para la inclusión de la presentación de Combo o combinación de dos o más medicamentos para una sola dosis”, sobre la base de que se trata de una “modificación a las condiciones de registro sanitario de medicamentos sin cambio en el proceso de fabricación, pero bajo la base de un nuevo esquema terapéutico de dosificación”. La normatividad establece que para la autorización de su distribución, un *combo* requiere “justificación técnica y científica o la información médica que justifique el esquema terapéutico de dosificación combinada, así como la información clínica que justifique la indicación terapéutica, dosis y contraindicaciones”; además, se debe demostrar que no infringe la propiedad intelectual. De nuevo, la medida determina un aumento en la demanda de registros públicos.

En síntesis, los registros clínicos constituyen uno de los servicios con mayor grado de formalización en el país, y se ajustan a la norma internacional vigente. En este tipo de actividad participan médicos y enfermeras de hospitales, clínicas y centros de salud de todo el país.

DIFUSIÓN DEL NUEVO PARADIGMA A TRAVÉS DE LAS TRANSNACIONALES

A fin de fundamentar la hipótesis sobre la transferencia de las innovaciones radicales a través de las redes globales de producción, es necesario ir más allá de las estrategias de mercado de las transnacionales. Aunque la información es todavía escasa, el estudio empírico realizado en el contexto de esta investigación en tres centros públicos de salud pertenecientes al Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) revela su activa participación en proyectos de investigación solicitados por el sector farmacéutico.

Al parecer, las transnacionales tomaron conciencia de las ventajas potenciales de las capacidades científicas y de investigación del personal altamente calificado que labora en estos centros públicos de

investigación, así como de la tecnología de punta con que se encuentran equipados, generalmente con costos mucho más bajos que en sus países de origen. Estas empresas, así como algunos productores nacionales de medicamentos genéricos y ciertas clínicas privadas, encargan a estos centros la realización de investigación científica aplicada para el desarrollo de métodos de diagnóstico y tratamientos específicos.

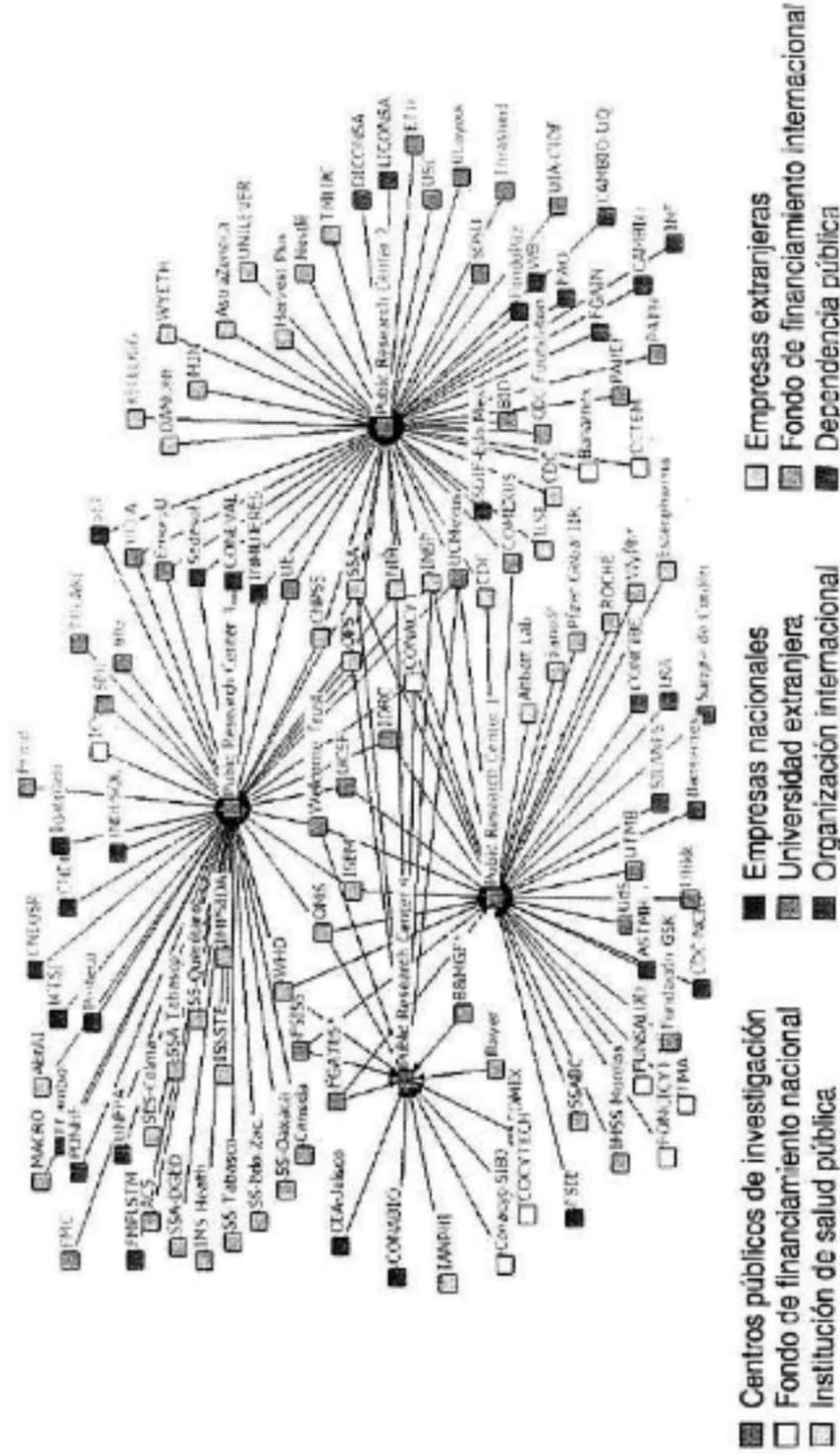
La indagación partió del análisis de los convenios de investigación registrados por el INSP entre 1999 y 2012, así como de entrevistas realizadas en los laboratorios de estas instituciones. Los centros de investigación incluidos en la muestra se especializan en enfermedades infecciosas, enfermedades endémicas y salud pública, nutrición y sistemas de salud. Cuentan con científicos y personal altamente calificado, quienes en los últimos años han sido equipados con una tecnología de punta que les da capacidad para realizar secuenciación genómica, análisis de expresión genética, análisis proteómico y para realizar investigación científica en diversos campos.

Entre 1999 y 2012 estos centros firmaron un total de 554 convenios para realizar investigaciones de corto plazo (la gran mayoría con duración de un año) vinculadas a 383 publicaciones. Los convenios fueron firmados con una variedad de instituciones nacionales e internacionales, tales como fondos públicos y privados para el financiamiento de la investigación, instituciones públicas de salud, dependencias públicas y universidades extranjeras (véase la gráfica 5).

La mayoría de estos convenios se refieren a proyectos académicos de investigación en colaboración con universidades y organizaciones de salud, y en las líneas propias de cada centro, por lo que culminan en artículos científicos. No obstante, la lista de instituciones incluye clínicas privadas y empresas farmacéuticas nacionales e internacionales que “encargan” investigaciones fuertemente vinculadas a los productos comercializados por dichas empresas (véase el cuadro 4).

A pesar de que en la mayoría de los casos los convenios responden a un formato estándar, es interesante notar que un número importante de los firmados con empresas nacionales y extranjeras incluyen una cláusula en donde el laboratorio de investigación se compromete a entregar a la empresa toda la información generada en el proceso de

Gráfica 5
Red para el desarrollo de proyectos y servicios tecnológicos y científicos de cuatro centros públicos de investigación, por tipo de institución, 1999-2012



FUENTE: elaboración propia con información del INSP, incluido con anterioridad en Pozas (2014).

Cuadro 4
Tipo de proyectos científico-tecnológicos demandados por las empresas farmacéuticas y de alimentos a laboratorios públicos de investigación, 1999-2012

Empresa	Giro	Temas de los proyectos
1 Clínica de Reproducción Asistida S.A.	Clínica de salud (empresa nacional).	Análisis de expresión génica de endometrio. Diseño de instrumento de diagnóstico para mejorar la tasa de embarazo en pacientes infértiles.
2 Sangre de Cordón S.A.	Clínica de salud (empresa nacional).	Desarrollo de nuevo método de control de cáncer cervicouterino: análisis de expresión de genes de reprogramación en líneas celulares transformadas con VPH, proliferación y apoptosis.
3 Laboratorio de Reproducción Asistida S.A.	Clínica de salud (empresa nacional).	Análisis proteómico de medio de cultivo de embriones. Creación de una unidad de genética para técnicas de reproducción asistida.
4 Banco de Semen Mexicano S.A.	Clínica de salud (empresa nacional).	Análisis proteómico de espermatozoides. Creación de un banco de semen mexicano con análisis de perfil genético y proteómico.
5 Laboratorios Silanes S.A.	Farmacéutica (empresa nacional).	Desarrollo de un sistema de tamizaje serológico empleando antígenos E4 y E7 de HPV16 para detección temprana de lesiones NIC I-II. Producción de los antígenos E4 y E7 de HPV16 en diferentes sistemas de expresión para su uso en sistemas de diagnóstico para detección temprana de anticuerpos anti-HPV.

Cuadro 4 (continuación)

	Empresa	Giro	Temas de los proyectos
6	Laboratorios AstraZeneca S.A.	Farmacéutica (corporación transnacional).	Estudio de intervenciones para el control de la diabetes <i>mellitus</i> tipo 2 y sus comorbilidades en mujeres con obesidad.
7	Bayer S.A.	Farmacéutica (corporación transnacional).	Evaluación de la efectividad de penetración de la niebla de Aqua Reslin Super y Aqua K-Othrine, formulaciones FFAST, para el control de mosquitos <i>Aedes aegypti</i> y <i>Culex quinquefasciatus</i> .
8	Abbott Laboratories S.A.	Farmacéutica (corporación transnacional).	Utilidad de una prueba automatizada de PCR en tiempo real (Abbott Real Time High Risk HPV) para la detección de VPH de alto riesgo.
9	The Pfizer Global Investigator-Initiated Research (IIR) Program, Pfizer S.A.	Farmacéutica (corporación transnacional).	Infección peridomiciliaria como determinante de la transmisión del dengue. Análisis molecular de aislamientos invasores neumocócicos serotipos 1, 3, 5, 6A, 7F y 19A incluidos en la vacuna conjugada neumocócica (PCV-13) en México.
10	Sanofi Pasteur S.A.	Farmacéutica (corporación transnacional).	Ensayo Clínico Fase II para evaluar la Inmunogenicidad y Seguridad de la vacuna contra Influenza Pandémica A(H1N1), producida por Sanofi.
11	Esteripharma México, Steri-Pharma S.A.	Farmacéutica (corporación transnacional).	Evaluación de la actividad inhibitoria de Estericide ox® en aislamientos clínicos de <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Staphylococcus epidermidis</i> , <i>Enterococcus faecium</i> , <i>Echerichia coli</i> y <i>Pseudomonas aeruginosa</i> provenientes de diversos hospitales de la república mexicana.

Cuadro 4 (continuación)

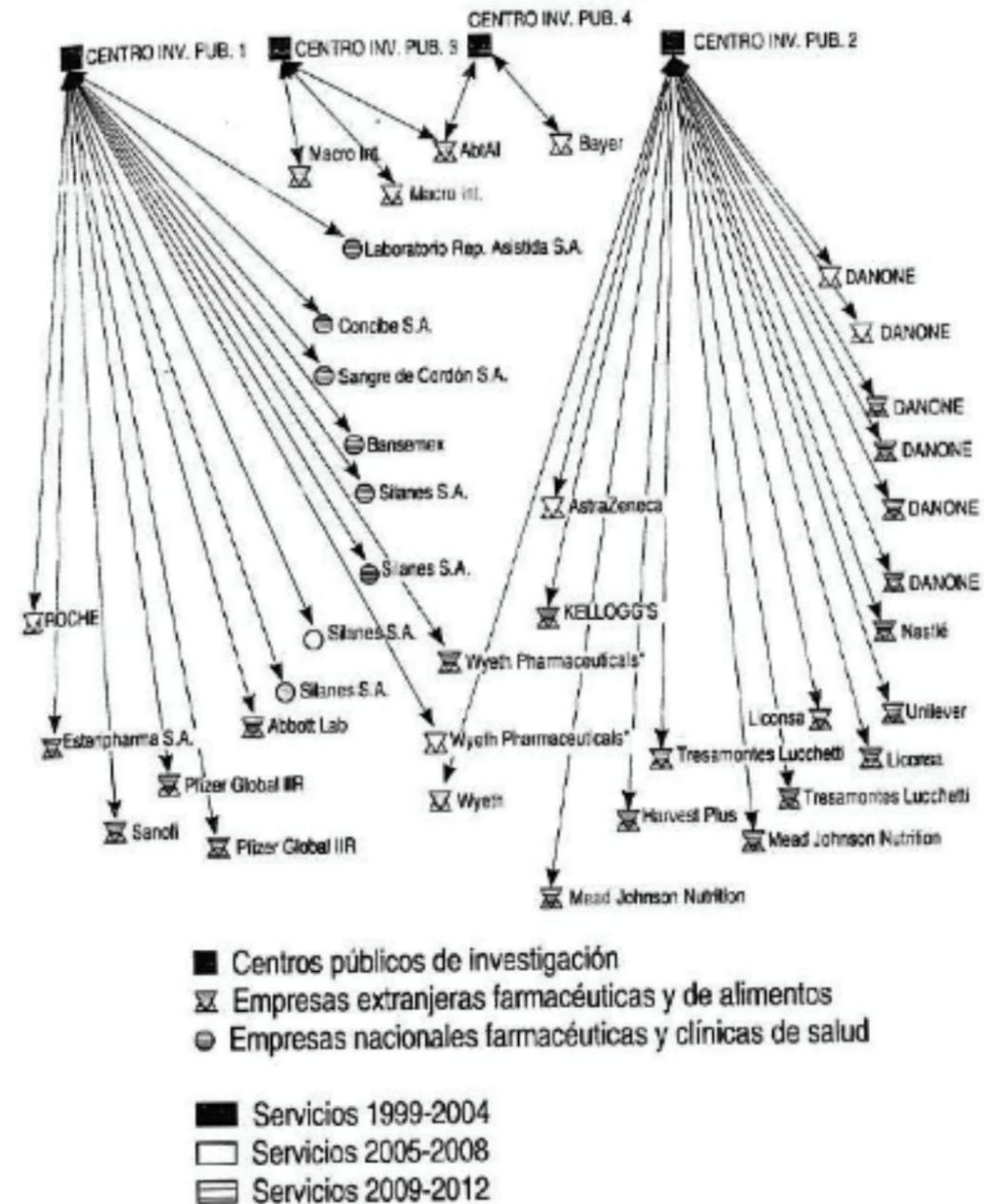
	Empresa	Giro	Temas de los proyectos
12	Wyeth Pharmaceuticals S.A.	Farmacéutica (corporación transnacional).	Sensibilidad a tigeciclina contra aislamientos clínicos de enterobacterias productoras de BLEE (EP-BLEE) y SARM causantes de infecciones nosocomiales en adultos. Susceptibilidad in vitro de tigeciclina en aislamientos clínicos causantes de neumonía adquirida en la comunidad (NAC) en adultos en México. Efecto de suplementar con ácidos grasos poliinsaturados a infantes con bajo peso al nacer en desarrollo neurológico.
13	Laboratorios Roche S.A.	Farmacéutica (corporación transnacional)	Identificación de individuos con alta probabilidad de infección por el VHC: elementos para la construcción de un programa de vigilancia epidemiológica de infección crónica por el virus de la hepatitis C.
14	Danone S.A.	Alimentos.	Estudio clínico aleatorizado para evaluar los efectos de un plan de adherencia a la dieta complementado con la ingesta diaria de yogur, sobre el índice de masa corporal y otros desenlaces metabólicos en un grupo de mujeres adultas mexicanas.
15	Nestlé S.A.	Alimentos (corporación transnacional).	Consumo de alimentos en la población urbana de México.
16	Unilever S.A.	Alimentos (corporación transnacional).	Valoración de la ingestión de los ácidos grasos en la dieta de la población escolar y adulta en México.

Cuadro 4 (continuación)

Empresa	Giro	Temas de los proyectos
17 Liconsa S.A.	Alimentos.	Evaluación del impacto de la fortificación de la leche Liconsa con hierro, zinc y otros micronutrientes sobre el rendimiento escolar de la población de beneficiarios del Programa de Abasto Social de Leche, a cargo de Liconsa. Impacto de la leche fortificada Tenutre en el estado de nutrición de los niños beneficiarios del Programa de Abasto Social de Leche Liconsa.
18 Tresmontes Lucchetti S.A.	Alimentos (corporación transnacional).	Estudio de viabilidad de aplicación de los lineamientos escolares de la Estrategia Nacional contra el Sobrepeso y Obesidad.
19 Mead Johnson Nutrition S.A.	Alimentos (corporación transnacional).	Evaluación de la eficacia de una leche de crecimiento en el estado de micronutrientes en niños de 12 a 30 meses. Efectos de la vitamina D sobre la salud en niños en edad preescolar, con énfasis en la respuesta inmune y el neurodesarrollo.
20 Harvest Plus S.A.	Alimentos (corporación transnacional).	Eficacia del consumo de frijol enriquecido con hierro en los humanos.
21 Kellogg's S.A.	Alimentos (corporación transnacional).	Ingestión dietética de vitaminas y minerales de mujeres en México.

FUENTE: elaboración propia con base en entrevistas en el INSP: CISE (Centro de Investigación en Enfermedades Infecciosas); CINYS (Centro de Investigación en Nutrición y Salud); CISS (Centro de Investigación en Sistemas de Salud); CRISP (Centro Regional de Investigación en Salud Pública).

Gráfica 6
Servicios tecnológicos y científicos prestados por cuatro centros públicos de investigación a la industria farmacéutica y de alimentos, 1999-2012



NOTA: la repetición de los nombres de algunas empresas significa que contrataron en este periodo más de un proyecto. Cada figura representa un proyecto.
 FUENTE: elaboración propia con base en entrevistas en el INSP: CISE (Centro de Investigación en Enfermedades Infecciosas); CINYS (Centro de Investigación en Nutrición y Salud); CISS (Centro de Investigación en Sistemas de Salud); CRISP (Centro Regional de Investigación en Salud Pública).

investigación; incluyen además una cláusula de confidencialidad, por lo que no aparecen asociados a publicaciones académicas. Es razonable considerar este hecho como una confirmación de la contratación de servicios científicos, en donde la empresa contratante compra los derechos sobre el producto de la investigación. La gráfica número 6 es un subconjunto de la red desplegada en la gráfica 5 y está construida para registrar el incremento de la participación en la red de empresas privadas, nacionales y extranjeras.

Estos resultados ilustran dos cosas: primero, que las actividades de investigación de las transnacionales en México se han ampliado, no sólo en el ámbito de los estudios clínicos y prueba de medicamentos en la población mexicana, sino además hacia la investigación en laboratorios públicos, generando un tipo de demanda por investigación genómica que propicia la adopción temprana de esta innovación. Segundo, que el país cuenta en cierta medida con las capacidades de absorción necesarias para garantizar su apropiación, entendiendo por capacidades de absorción la existencia de recursos humanos calificados, experiencia científica, habilidades técnicas acumuladas, infraestructura, modelos de colaboración entre universidades, centros de investigación e instituciones de salud clínicas y hospitales, todo lo cual determina la estructura de su sistema de salud.

La experiencia de los centros de investigación estudiados muestra que cuentan con recursos humanos calificados, experiencia científica, habilidades técnicas acumuladas e infraestructura. Los cambios regulatorios introducidos en 2011 para facilitar la colaboración público-privada representan un paso adelante en el desarrollo de dichas capacidades de absorción. No obstante, las propias universidades e instituciones públicas de investigación carecen todavía de esquemas eficaces de colaboración que garanticen no sólo los derechos de propiedad del sector privado, sino los de los investigadores y científicos que participan, lo cual genera resistencia por parte de los académicos para participar en convenios orientados a la generación de innovaciones.

La experiencia de otros países muestra que este tipo de convenios constituyen un mecanismo para la transferencia de conocimientos, debido a la constante interacción de las transnacionales con el centro

de investigación contratado, y que sus beneficios podrían ser utilizados para mantener actualizada la adquisición de equipo y tecnología de punta, para la capacitación de recursos humanos y para financiar la parte de la investigación dirigida a la salud pública.

CONCLUSIONES

De acuerdo con la teoría del ciclo de innovación del producto, el proceso de difusión evoluciona de manera gradual a través de cuatro fases. Cada una determina el grado de apropiación de las innovaciones por un número creciente de empresas y países, con un margen de utilidad decreciente, en la medida en que dichas innovaciones se convierten en tecnologías maduras ampliamente difundidas. Detrás de este tipo de planteamiento se esconde en mayor o menor grado un modelo lineal de innovación, el cual considera que ésta es el resultado de un proceso de investigación y desarrollo que fluye desde la ciencia básica (invención) hacia la ciencia aplicada (innovación), luego hacia la producción comercial y —a través del mercado— el uso o consumo (Freeman y Soete, 1997; Lundvall, 1992 y Pérez, 1986).

No obstante, en la actualidad asistimos a una verdadera revolución científico-tecnológica que, de acuerdo con nuestra investigación, pone al descubierto que el ciclo de innovación no es lineal ni unidireccional por varias razones: primero, porque la tecnología no es producida como algo acabado, sino que tiene un periodo de permanente reconstrucción a partir de la retroalimentación de los usuarios, por lo que hay una interacción constante entre éstos y los desarrolladores de la tecnología durante un largo periodo antes de que entre en su fase de estabilización como tecnología madura. Segundo, porque el desarrollo de una innovación tecnológica disruptiva en un campo tiene, o puede tener, un efecto de convergencia sobre la producción científica en otro campo, lo que genera procesos no lineales —sino exponenciales— de retroalimentación compleja entre invenciones e innovaciones.

Dicho de otro modo, una “innovación tecnológica” puede dar lugar a una “invención” que a su vez propicie el desarrollo de una “nueva tecnología”. Habría entonces que preguntarse por el papel de la tecnología en el desarrollo de la ciencia y no únicamente en la dirección

invención-innovación a la que con frecuencia se alude. Tercero, porque la adopción de las innovaciones no se produce en forma paulatina y ordenada por parte de países, empresas y usuarios, sino que da lugar a la reorganización y reacomodo de cadenas completas de producción que ven afectados los modos tradicionales de operar sus mercados.

En este trabajo se analizó esencialmente el tercer aspecto, es decir, el efecto que tiene un proceso de innovación, que consideramos *no lineal*, sobre la reestructuración productiva de una industria como la farmacéutica. En este sentido, es posible adoptar el concepto que considera que la difusión constituye un proceso de adopción masiva que transforma una invención en un fenómeno económico y social, mismo que requiere una serie de condiciones propicias para que una masa crítica de agentes económicos y científicos pueda hacer uso de una determinada tecnología (Schumpeter, 1943; Rogers, 1986; Siles, 2004).

El análisis de los efectos de dicha reestructuración sobre esta industria en un país como México empieza por cuestionar si la presencia de las transnacionales, afectadas por el cambio de paradigma en la producción de medicamentos, contribuye a crear dichas condiciones propicias. Asimismo, esta pregunta parte del postulado de que la adopción de innovaciones y nuevas tecnologías se produce de manera simultánea a la generación de las condiciones técnicas y sociales que la soportan (Geels, 2004 y 2006; Geels y Kemp, 2007). Si la difusión requiere de la construcción de un sistema socio-técnico, el "uso" se relaciona con la probabilidad de que una tecnología sea empleada por los científicos para su trabajo cotidiano de investigación. Es decir, a mayor difusión mayor probabilidad de uso. No obstante, el proceso de difusión no sólo demanda infraestructura y un entorno institucional adecuado, sino la legitimación del nuevo paradigma por parte de la comunidad científica.

Este trabajo muestra que en el campo de la genómica la tecnología para la secuenciación se encuentra en permanente reconstrucción, ya que transita de la informática a la nanotecnología, proceso que da como resultado la caída en el costo de la secuenciación, facilitando su difusión, uso y apropiación. También muestra un constante ir y venir entre las invenciones o descubrimientos científicos facilitados por la

secuenciación genómica. En el caso específico de la industria farmacéutica, la genómica propicia la emergencia de un nuevo paradigma para la administración de la salud, relacionado con la capacidad de determinar *a priori* —de acuerdo con su configuración genética— la respuesta particular de un paciente a un medicamento determinado.

Este hecho modifica la investigación, la práctica de la medicina y el mercado de medicamentos y productos para la salud, afectando de forma irremediable a las grandes farmacéuticas. La primera consecuencia es un cambio institucional gradual en los países desarrollados, tanto en la regulación estatal como en el conjunto de sus sistemas de salud, incluyendo clínicas, hospitales y seguros médicos.

El nuevo paradigma requiere un nuevo método para el desarrollo de medicamentos, por lo que el reemplazo de las patentes a punto de expirar se ve interrumpido. Las transnacionales en el ramo responden por lo menos con dos tipos de estrategias: las primeras orientadas a reorientar sus capacidades de investigación y desarrollo de medicamentos bajo el nuevo paradigma, y las segundas a paliar los efectos de la crisis, consolidando el sector para abarcar un número creciente de categorías terapéuticas y buscando la forma de acceder a los mercados emergentes de Asia y América Latina. En este sentido, la reorganización del sector farmacéutico en los países en desarrollo es la contracara de lo que ocurre en los países avanzados, ya que parece diseñada para facilitar la inversión de las transnacionales que buscan adquirir o asociarse con empresas de medicamentos genéricos. No obstante, un análisis detallado de la relación entre las farmacéuticas y algunos centros públicos de investigación médica pone al descubierto que las transnacionales se interesan de forma creciente por las capacidades de los científicos mexicanos, sentando las bases para una incipiente adopción del nuevo paradigma.

Dado que las limitaciones del estudio de caso desarrollado en este trabajo impiden medir el grado de difusión y adopción de la genómica en el país, se considera como un hallazgo interesante que demanda mayor investigación. Los resultados sugieren la necesidad de revisar los mecanismos de difusión, uso y apropiación de las innovaciones disruptivas para analizarlos en el contexto de las redes globales de producción.

BIBLIOGRAFÍA

- AMIF (2009), Encuesta de Investigación Clínica <www.canifarma.org.mx/01_investigacion.html>.
- BRESCHI, Stefano; Franco MALERBA y Luigi ORSENIGO (2000), "Technological Regimes and Schumpeterian Patterns of Innovation", en *The Economic Journal*, vol. 110, núm. 463, pp. 388-410.
- CHANDLER, Alfred (1990), *Scale and Scope: The Dynamics of Industrial Capitalism*, Cambridge, The Belknap Press of Harvard University Press.
- COMISIÓN FEDERAL PARA LA PROTECCIÓN CONTRA RIESGOS SANITARIOS (Cofepris) (2011), Reporte "Administración de la Salud Pública en México", México.
- DELOITTE (2012), *Midiendo el rendimiento de la innovación farmacéutica 2012*, Londres, Deloitte Global Services Limited.
- _____ (2013), *Perspectivas globales sobre ciencias de la vida 2013: optimismo acorde a la realidad en un "nuevo contexto"*, Londres, Deloitte Global Services Limited.
- DOSI, Giovanni y Mariana MAZZUCATO (2006), *Knowledge Accumulation and Industry Evolution: The Case of Pharma-Biotech*, Cambridge, Cambridge University Press.
- ENRÍQUEZ, Ernesto; Alberto FRATI y Eduardo GONZÁLEZ (2005), *Hacia una política farmacéutica integral para México*, México, Secretaría de Salud.
- FIERCE PHARMA (2013a o b), "Perspectivas globales sobre ciencias de la vida 2013", en <www.fiercepharma.com>, consultado en septiembre de 2013.
- _____ (2013a o b), "Top-15-Patent-Expirations-2013", en <www.fiercepharma.com>, consultado en septiembre de 2013.
- FREEMAN, Christopher (1987), *Technology Policy, and Economic Performance. Lessons from Japan*, Londres/Nueva York, Pinter Publisher.
- _____ y Luc SOETE (1997), *The Economics of Industrial Innovation*, Londres, Pinter Publisher.
- GAMBARDELLA, Alfonso; Luigi ORSENIGO y Fabio PAMMOLLI (2000), "Global Competitiveness in Pharmaceuticals: A European

- Perspective", (Reporte preparado para el Enterprise Directorate-General of the European Commission), Luxemburgo, EPRIS Working Paper, núm. 3.
- GEELS, Frank W. (2004), "From Sectoral Systems of Innovation to Socio-Technical Systems. Insights about Dynamics and Change from Sociology and Institutional Theory", en *Research Policy*, vol. 33, núm. 6-7, pp. 897-920.
- _____ (2006), "The Hygienic Transition from Cesspools to Sewer Systems (1840-1930): The Dynamics of Regime Transformation", en *Research Policy*, vol. 35, núm. 7, pp. 1069-1082.
- _____ y René KEMP (2007), "Dynamics in Socio-Technical Systems: Typology of Change Processes and Contrasting Case Studies", en *Technology in Society*, vol. 29, núm. 4, pp. 441-455.
- GEREFFI, Gary y Karina FERNANDEZ-STARK (2010), "The Offshore Services Global Value Chain: Developing Countries and the Crisis", en *Center on Globalization, Governance and Competitiveness*, Duke University, disponible en <www.cggc.duke.edu/pdfs/CGGC-CORFO_The-Offshore_Services_Global_Value_Chain>.
- HENDERSON, Rebecca; Luigi ORSENIGO y Gary P. PISANO (1999), "The Pharmaceutical Industry and the Revolution in Molecular Biology: Interactions among Scientific, Institutional and Organizational Change", en David Mowery y Richard Nelson (eds.), *Sources of Industrial Leadership. Studies of Seven Industries*, Cambridge/Nueva York, Cambridge University Press.
- JIMÉNEZ, Gerardo et al. (2012), *Genómica y bioeconomía. Ventana de oportunidad para el crecimiento económico de México*, México, El Colegio de México/El Colegio Nacional.
- KARCZEWSKI, Konrad; Roxana DANESHJOU y Russ B. ALTMAN (2012) "Chapter 7: Pharmacogenomics", en *PLOS Computational Biology*, Duke University/National University of Singapore (NUS), disponible en <www.ploscollection.org>.
- _____ (2012), "Pharmacogenomics", en *PLoS Comput Biol*, vol. 8, núm. 12, 27 de diciembre.
- KRÜGER, Karsten (2006), "El concepto de 'sociedad del conocimiento'", en *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, vol. XI, núm. 683, 25 de octubre.

- LUNDVALL, Bengt-Ake (1992), *National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Londres, Pinter Publisher.
- y Susana BORRÁS (2005), "Science, Technology, and Innovation Policy", en Jan Fagerberg, David Mowery, Richard Nelson (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford, Oxford University Press, pp. 599-631.
- MALERBA, Franco y Luigi ORSENIGO (2002), "Innovation and Market Structure in the Dynamics of the Pharmaceutical Industry and Biotechnology: Towards a History-Friendly Model", en *Industrial and Corporate Change*, vol. 11, núm. 4, pp. 667-703.
- y Nicholas S. VONORTAS (2009), *Innovation Networks in Industries*, Cheltenham/Northampton, Edward Elgar.
- MATRAVES, Catherine (1999), "Market Structure, R&D and Advertising in the Pharmaceutical Industry", en *The Journal of Industrial Economics*, vol. 47, núm. 2, pp. 169-194.
- NELSON, Richard y Sidney G. WINTER (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge/Londres, The Belknap Press of Harvard University.
- PAMMOLLI, Fabio (1996), *Innovazione, concorrenza e strategie di sviluppo nell'industria farmaceutica*, Milán, Guerini Scientifica.
- PÉREZ, Carlota (1986), "Las nuevas tecnologías: una visión de conjunto", en Carlos Ominami (ed.), *El sistema internacional y América Latina: la tercera revolución industrial: impactos internacionales del actual viraje tecnológico*, Buenos Aires, RIAL/Grupo Editor Latinoamericano, pp. 43-90.
- (2004), *Technological Revolutions, Paradigm Shifts and Socio-Institutional Change*, Cheltenham, Edward Elgar.
- PISANO, Gary (1991), "The Governance of Innovation: Vertical Integration and Collaborative Arrangements in the Biotechnology Industry", en *Research Policy*, Econpapers, vol. 20, núm. 3, pp. 237-249.
- POZAS, María de los Ángeles (2014), "Scientific-Technical Services for the Pharmaceutical Industry in Mexico", en R. Hernández y N. Mulder (eds.), *Latin America's Emergence in Global Services. A New Driver of Structural Change in the Region?*, ECLAC/UN, Santiago de Chile.

- ; Miguel A. RIVERA y Alejandro DABAT (coords.) (2010) *Redes globales de producción, rentas económicas y estrategias de desarrollo: la situación de América Latina*, México, El Colegio de México.
- RAO, P.M. (2008), "The Emergence of the Pharmaceutical Industry in the Developing World and its Implications for Multinational Enterprise Strategies", en *International Journal of Pharmaceutical and Healthcare Marketing*, vol. 2, núm. 2, Emerald, pp. 103-116.
- RESEARCH AND MARKETS (2011), *The World Pharmaceutical Markets Fact Book 2011*, disponible en <http://www.researchandmarkets.com/research/r4f45t/the_world>.
- ROGERS, Everett M. (1986), *Communication Technology. The New Media in Society*, Nueva York, Free Press.
- SANTOS, Víctor y Roberto CUARÓN (2009), "Industria farmacéutica en México: retos y oportunidades", en *El Economista*, 9 de febrero.
- SCHUMPETER, Joseph (1943), *Capitalism, Socialism, and Democracy*, segunda edición, Londres, George Allen and Unwin, Ltd.
- SILES, Ignacio (2004), "Sobre el uso de las tecnologías en la sociedad. Tres perspectivas teóricas para el estudio de las tecnologías de la comunicación", en *Reflexiones*, vol. 83, núm. 2, pp. 73-82, San José de Costa Rica, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Costa Rica.
- STONE, Kathlyn (2013), "Which Popular Drugs Are Going Off-Patent in 2013-2016?", en *Brazil Pharma Report*, disponible en <www.pharma.about.com>, consultado en septiembre de 2013.
- STURGEON, Timothy y Gary GEREFFI (2009), "Measuring Success in the Global Economy: International Trade, Industrial Upgrading, and Business Function Outsourcing in Global Value Chains", en *Transnational Corporations*, vol. 18, núm. 2, pp. 1-35.

7. Economía del conocimiento y movilidad de inventores mexicanos en la globalización

*Jaime Aboites Aguilar**

*Claudia Díaz Pérez***

INTRODUCCIÓN

Desde mediados de la década de 1980, la inversión en conocimiento¹ ha crecido a un ritmo más elevado que la inversión de capital fijo en las economías industrializadas (David y Foray, 2002, y OCDE, 2012). Esta evidencia —asociada a la creciente producción de bienes intensivos en conocimiento— ha propiciado que autores como Metcalfe (1998), David (2001), Archibugi y Lundvall (2001), y David y Foray (2002), propongan un campo original de reflexión basado en las condiciones productivas e institucionales bajo las cuales se produce el conocimiento tecnológico, así como los patrones de difusión y aprendizaje en los sectores productivos. Asimismo, la acumulación de conocimiento y su desvalorización (destrucción creativa), debida al surgimiento de nuevo conocimiento tecnológico, desempeñan un papel fundamental en la renovación de los procesos productivos. Además, son los ejes en torno a los cuales se ha desarrollado la economía del conocimiento, asociados a la generación de nuevos indicadores que

* Profesor-investigador en el Departamento de Producción Económica de la UAM-Xochimilco (jaimeaboites@gmail.com).

** Profesora-investigadora en el Departamento de Estudios Institucionales de la UAM-Cuajimalpa (claudp33@yahoo.com).

¹ Según la OCDE, la inversión en conocimiento se define como la agregación de los siguientes gastos privados y gubernamentales: I+D, en educación superior y *software* como porcentaje del PIB.

sirven para observar tanto su comportamiento como su impacto en el crecimiento económico.²

Una característica central de la economía del conocimiento es el incremento de la movilidad de científicos e inventores que participan en universidades e instituciones de I+D. Esto es resultado, entre otros factores, de la profundización de la división internacional del trabajo y de la globalización de la educación superior.³

La emigración e inmigración de científicos y, en general, de académicos no es simétrica entre países. En la actualidad la tendencia predominante es el flujo de académicos desde los países en desarrollo hacia los países industrializados, donde las capacidades institucionales de investigación y desarrollo (I+D) para desplegar una trayectoria científica, así como las expectativas de altos ingresos, son, en general, notablemente mejores que en los países en desarrollo. También es importante hacer notar que gran parte de estos investigadores fueron formados en universidades y centros de investigación de alto nivel de los países industrializados. Las consecuencias de este desbalance implican una desventaja para los países con menos recursos e impacta negativamente en la consolidación del Sistema Mexicano de Innovación. El tema de este ensayo gira en torno a la movilidad de los productores de conocimiento (inventores, científicos, etcétera) mexicanos. El análisis se refiere a inventores de las denominadas ciencias duras (ingeniería, biotecnología y ciencias agrícolas, biología y química, ciencias exactas y ciencias de la salud). El instrumento de análisis lo conforman las patentes registradas en United States Patent and Trade Mark Office (USPTO), las cuales incluyen entre sus inventores a investigadores académicos mexicanos, con grado de maestros o doctores obtenidos en países industrializados (Estados Unidos, Alemania, Japón,

² En el capítulo 2 se presentan algunos indicadores para medir la economía del conocimiento en el caso de México y otros países.

³ La movilidad académica no es un fenómeno reciente. Las primeras universidades europeas generaron el llamado "nomadismo científico" el cual significó el desplazamiento de intelectuales y científicos entre las diferentes universidades. Éstas fueron las primeras etapas de una movilidad académica de gran valor, ya que estos intercambios implican una "fertilización cruzada" entre diferentes grupos de científicos e intelectuales en universidades con niveles y desarrollos intelectuales diferentes (García de Fanelli, 2008).

Inglaterra, Francia, entre otros). El periodo de estudio comprende entre 1976 y 2012.

El ensayo se divide en siete partes. Después de la introducción la segunda parte presenta una breve visión sobre la economía del conocimiento, focalizada en el papel de los investigadores como productores de nuevos conocimientos codificados en patentes. La tercera se refiere a la problemática de la movilidad en la economía globalizada. En la cuarta se analizan algunas implicaciones económicas para México de la movilidad de inventores. En la quinta se inicia el análisis del papel de los inventores mexicanos en patentes de empresas globales, universidades, etcétera. En la sexta parte se analizan las tendencias de la presencia de inventores mexicanos, tanto en empresas globales como en empresas mexicanas, para el periodo 1978-2012. El análisis se hace comparativamente antes y después del TLCAN. Finalmente, en la última parte se presenta una reflexión sobre los resultados del análisis.

ECONOMÍA DEL CONOCIMIENTO Y LAS COMUNIDADES DE INVENTORES

La economía del conocimiento tiene por objetivo explicar los determinantes de la producción de conocimiento tecnológico que contribuye al desarrollo de las industrias emergentes; es decir, aquellas relacionadas con innovaciones que participan en la creación de nuevas ramas industriales o nuevos nichos de mercado (de *software*, biotecnología, cómputo y electrónica), las cuales contribuyen a la reconfiguración y modernización de la industria. Ejemplo relevante son las líneas de ensamblado fordista que utilizan robots controlados por un determinado *software*.

Según David y Foray (2002), la economía del conocimiento gira en torno a cuatro temas sustantivos:

1. La producción de conocimiento, que se desenvuelve en torno a las redes de inventores nacionales e internacionales. Otros autores (Lundvall, 2001) han denominado a este fenómeno "redes internacionales de innovación".

2. La difusión y aprendizaje del conocimiento, los cuales dependen en buena medida de la fortaleza de las redes de inventores y, en general, a la calidad de los recursos humanos en ingeniería y ciencias básicas.
3. La acumulación de conocimiento en tres dimensiones: *i*) conocimiento tácito (Polanyi, 1967), que es significativamente creciente en la globalización por el papel cada vez más importante de los recursos humanos; *ii*) el conocimiento codificado en bases de datos de patentes de USPTO, EPO y Japan Patent Office, las cuales, según la OCDE (2007), conforman la triada del conocimiento global y acumulan alrededor de las cuatro quintas partes del nuevo conocimiento producido anualmente; finalmente, *iii*) el conocimiento incorporado en máquinas, computadoras y equipos, donde la evolución acelerada del *software* desempeña un papel crucial.
4. La creciente y permanente desvalorización del conocimiento que se genera como resultado de la incesante producción de nuevos conocimientos. Schumpeter definió este fenómeno como un rasgo sustantivo del capitalismo, pues implica la renovación permanente (cambio estructural, modernización, etcétera) de las economías industrializadas, y lo llamó "la destrucción creativa de conocimiento". La nueva macroeconomía incorpora en su reflexión sobre los determinantes del crecimiento económico la producción del conocimiento, en sus denominados modelos de crecimiento endógeno (Romer, 1991). Además, la economía del conocimiento incorpora diferentes vertientes del cambio institucional como un factor fundamental en el desarrollo de la producción y difusión del nuevo conocimiento. El concepto de sistemas nacionales de innovación implica la cristalización de la economía del conocimiento y los complejos institucionales que se derivan de autores como D. North (1992).

En las dos últimas décadas los indicadores sobre los temas referidos en el párrafo anterior han crecido considerablemente. En este ensayo nos limitamos a mostrar dos de los indicadores de la economía del conocimiento directamente asociados con el tema de este ensayo.

Ellos son, primero, la inversión en conocimiento que realizan los países y, segundo, el número de patentes crecientes que se codifican en la oficina de patentes más importante de la economía global: United States Patent and Trade Mark Office (USPTO). Los bancos de patentes de cada país están asociados a sus instituciones de propiedad intelectual y son, sin duda alguna, el indicador histórico más consistente sobre la producción de conocimiento codificado en títulos de propiedad.

Es fundamental explicar que en las patentes se explicita quién financió (empresa, institución de I+D o universidad) el gasto en I+D para la producción del conocimiento —titular de la patente—, los inventores, que son los productores directos del nuevo conocimiento, y la clasificación de la tecnología, que contiene el tipo del conocimiento producido (Clasificación Internacional de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, OMPI-ONU).

En la gráfica 1 se presenta la inversión en conocimiento. Es decir, la suma de los siguientes tipos de gastos de una economía en: *i*) I+D, *ii*) educación en ingeniería y ciencias y *iii*) *software* como porcentaje del PIB. Este indicador muestra el esfuerzo de una economía para producir nuevo conocimiento tecnológico. Asimismo, también refleja, en parte, la capacidad de asimilación y aprendizaje de tecnologías producidas en el exterior, las cuales son un insumo fundamental para la producción de nuevos conocimientos de manera endógena.

El segundo indicador se presenta en el cuadro 1. Se trata del registro histórico del patentamiento en USPTO para países industrializados y en desarrollo. Este indicador muestra, en términos generales, el nuevo conocimiento producido por la inversión (véase la gráfica 1), codificado en patentes, y la evolución de la capacidad de los países en la generación de nuevo conocimiento que alimenta los procesos de innovación.

En la gráfica 1 se observa la inversión en conocimiento para una docena de países de la OCDE e incluye las economías industrializadas más importantes (Estados Unidos, Japón.) cuyo nivel de inversión en conocimiento se ubica en el rango de 3.5-6.5 como porcentaje del PIB total. Por su parte, los países en desarrollo pertenecientes a la OCDE como México, Portugal y Grecia apenas se aproximan al 2% del PIB total.

Cuadro 1
Patentes USPTO concedidas a países industrializados y en desarrollo, 1970-2012

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2012
<i>Países industrializados¹</i>	63 517	70 636	60 392	70 205	87 725	96 768	145 937	129 767	189 322	214 391
Alemania	4 439	6 058	5 782	6 718	7 614	6 600	10 235	9 011	12 363	13 835
Australia	145	248	265	340	432	459	705	910	1 748	1 525
Austria	188	310	267	318	393	337	505	463	727	858
Bélgica	233	277	244	240	313	397	694	519	820	866
Canadá	1 068	1 298	1 083	1 342	1 859	2 104	3 419	2 894	4 852	5 775
Dinamarca	138	146	157	187	158	199	436	358	605	850
Estados Unidos	47 073	46 710	37 350	39 556	47 391	55 739	85 068	74 637	107 791	121 026
Francia	1 731	2 367	2 087	2 400	2 866	2 821	3 819	2 868	4 450	5 386
Holanda	544	617	655	766	960	799	1 241	993	1 615	1 904
Italia	571	737	806	919	1 259	1 078	1 714	1 296	1 798	2 120
Japón	2 625	6 354	7 124	12 746	19 525	21 764	31 295	30 341	44 813	50 677
Noruega	68	103	79	90	112	130	248	220	399	444
Reino Unido	2 954	3 041	2 405	2 493	2 791	2 479	3 659	3 141	4 299	5 213
Suecia	628	914	822	857	768	806	1 577	1 123	1 434	2 081

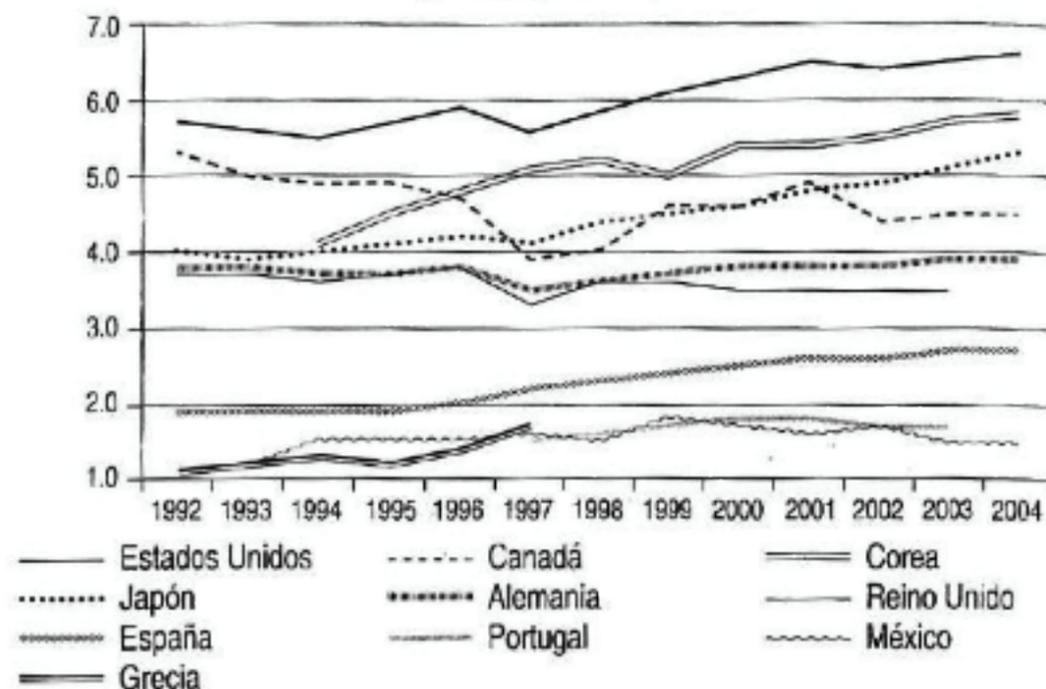
Cuadro 1 (continuación)

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2012
Suiza	1 112	1 456	1 266	1 233	1 284	1 056	1 322	995	1 608	1 831
<i>Países en desarrollo</i>	269	307	308	455	1 298	3 247	9 056	11 128	25 316	32 583
México	43	67	41	32	32	40	76	80	101	122
Argentina	23	24	18	11	17	31	54	24	45	63
Brasil	17	17	24	30	41	63	98	77	175	196
Corea del Sur	3	13	8	41	225	1 161	3 314	4 352	11 671	13 233
Taiwán	0	24	66	174	732	1 620	4 670	5 118	8 239	10 646
China	6	0	0	1	47	62	119	402	2 657	4 637
India	16	13	4	10	23	37	131	384	1 098	1 691
Singapur	0	1	3	9	12	53	218 ²	346	603	810
Otros (146)	161	148	144	147	169	180	376	345	727	1 185
Extranjeros ³	17 356	25 290	24 469	32 105	42 974	45 680	72 426	69 169	111 823	132 129
Total	63 786	70 943	60 700	70 660	89 023	100 015	154 993	140 895	214 638	246 974

NOTAS: 1) países industrializados con mayor número de patentes en USPTO; 2) a partir de 2000 incluye Hong Kong; 3) extranjeros: total de países que patentan en USPTO, excepto Estados Unidos.

FUENTE: 1970-2012: USPTO, Patent Technology Monitoring Team (PTMT), en <<http://www.uspto.gov/>>.

Gráfica 1
Inversión en el conocimiento, países de la OCDE
(porcentaje del PIB)



FUENTE: OCDE, Factbook (2010).

Lo anterior muestra con claridad cómo los países industrializados son las economías con mayor capacidad para poner en juego recursos (humanos, financieros, de infraestructura) con el fin de producir conocimiento; de esta forma se promueve el proceso de innovación, como una de las fuentes más dinámicas del crecimiento económico. Por otra parte, los países en desarrollo permanecen en niveles considerablemente más bajos en este indicador fundamental, en el contexto de la economía global basada en el conocimiento.

En el cuadro 1 se observan las patentes otorgadas en USPTO, en un extenso periodo, tanto a países industrializados como a países en desarrollo, las cuales son, en cierta medida, los resultados de la inversión en conocimiento de los países analizados en el párrafo anterior (véase la gráfica 1). Se constata que la participación de estas economías varía significativamente en el tiempo.

Se aprecia la emergencia y el dinamismo de los países del sudeste asiático (Taiwán y Corea) que superan a países europeos tan impor-

tantes como Reino Unido y Francia. Los países de América Latina más importantes (Brasil y México) tienen una participación moderada e invariable en el largo plazo que implica un rezago en comparación con la dinámica global

MOVILIDAD ACADÉMICA EN LA GLOBALIZACIÓN

Aunque la movilidad académica se ha incrementado desde la posguerra, la profundización sin precedentes de este fenómeno se encuentra vinculada a la globalización de la producción basada en el conocimiento y la educación superior (OCDE, 2005). Esto ha provocado un interés creciente por el tema para las economías en desarrollo, en términos de capacidad científica y tecnológica, y de la fortaleza de los sistemas universitarios y el Sistema Nacional de Innovación. Además, tiene implicaciones no sólo para las universidades sino también para las empresas y el desarrollo económico de los países. Como se ha señalado antes, la movilidad académica es más acuciante para los países en desarrollo que para los países industrializados, puesto que estos últimos son un poderoso centro de atracción para los académicos de los países en desarrollo, dado el nivel de salarios, las condiciones de investigación y la solidez de las comunidades intelectuales construidas en estos países.

Las patentes registradas en la USPTO arrojan luz sobre la movilidad de un segmento, particularmente significativo, de académicos investigadores mexicanos que han estudiado sus posgrados en países industrializados y que, en determinado momento de su trayectoria formativa, han sido contratados por empresas globales o instituciones de I+D extranjeras. El hecho de que hayan sido contratados por este tipo de empresas e insertados en redes internacionales de innovación expresa su elevado nivel de calificación, pues las empresas globales entablan entre ellas una severa competencia tecnológica en la innovación y mejora de productos. Además, al participar, los investigadores académicos en redes internacionales de innovación, adquieren un conocimiento tácito de gran valor cuya difusión es fundamental para las universidades e instituciones de I+D mexicanas. Así, el re-

torno de estos académicos investigadores es sin duda de primera importancia, dada su capacidad de difundir conocimiento entre universidades, instituciones de I+D, empresas nacionales, etcétera. Por el contrario, el que no regresen implica una pérdida para el país, no sólo por el conocimiento que eventualmente podrían diseminar, también porque su formación en México y en el extranjero fue financiada con recursos nacionales (Conacyt, en el mayor de los casos). En conclusión, dimensionar estos grupos de inventores es caracterizar grupos de académicos elites en ciencia y tecnología en el nivel internacional.

ALGUNAS IMPLICACIONES ECONÓMICAS DE LA MOVILIDAD ACADÉMICA EN MÉXICO

La movilidad académica es un fenómeno internacional asimétrico. En efecto, los países industrializados reciben cuantiosos flujos de recursos humanos con alta calificación provenientes de los países en desarrollo, lo cual implica pérdidas difíciles de cuantificar para esos países menos desarrollados. La Subsecretaría de Educación Superior de la SEP ha presentado varias estimaciones del impacto económico que provoca la movilidad académica sin retorno registrada en México en la última década. Señaló que “el éxodo de talentos mexicanos en la última década —el cual asciende a 575 mil profesionistas— ha costado al país más de 100 mil millones de pesos, cantidad cuatro veces mayor al presupuesto de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Esa cifra representa 25% de los recursos que ejerce la Secretaría de Educación Pública” (Tuirán, 2009), y agrega:

[...] la emigración calificada muestra un preocupante incremento, ya que cada año abandonan el país unos 20 mil connacionales con altos niveles de escolaridad. La falta de oportunidades, el desempleo, la carencia de infraestructura que acoja a esos mexicanos, el círculo vicioso de la escasez de plazas en las universidades públicas y la oferta de mejores oportunidades salariales y de desarrollo en otras naciones son algunas de las causas de la salida de mexicanos talentosos, de acuerdo con funcionarios y especialistas (Tuirán, 2009).

El Instituto Internacional de la Educación Superior para América Latina y el Caribe, de la Organización de Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), también ha señalado que “la movilidad académica hacia las economías industrializadas influye generando diferencias extremas entre regiones y países y produce amplias brechas a la calidad de las universidades en los países en desarrollo” (IESALC, 2009).

PRODUCCIÓN DE CONOCIMIENTO DE INVENTORES MEXICANOS EN USPTO

Como se señaló antes, las patentes USPTO⁴ constituyen un indicador que arroja luz sobre el segmento de académicos investigadores mexicanos, quienes han sido contratados por empresas globales, universidades o instituciones de I+D extranjeras, e insertados en redes internacionales de innovación (RIINN). Por tanto, dada la calidad y el desempeño de estos inventores, se deben considerar como talentos destacados en determinados campos tecnológicos (Pavitt y Patel, 1994).

Los investigadores, al participar en redes internacionales de innovación, adquieren un conocimiento tácito (Polanyi, 1967) de gran valor en los procesos de I+D (formas de organización de las redes de inventores internacionales, vías de acceso a financiamientos internacionales de I+D, modalidades de vinculación con empresas globales y esquemas legales de distribución de beneficios que resulten de los inventos que cristalicen en innovaciones de éxito), cuya difusión es fundamental para el enriquecimiento y avance de las universidades e instituciones de I+D en los países en desarrollo.

El retorno de estos académicos investigadores resulta crucial dada la calidad y actualidad del conocimiento adquirido, y por las potenciali-

⁴ El USPTO es la oficina de propiedad intelectual y de patentes más importante internacionalmente. Anualmente se otorgan alrededor de 150 mil patentes a empresas e instituciones de I+D, universidades y, en menor medida, a inventores individuales de Estados Unidos y extranjeros. En la última década la mitad de las patentes otorgadas han sido para empresas, universidades, agencias gubernamentales e instituciones de I+D de Estados Unidos. La otra mitad se otorga al mismo tipo de agentes pero de diferentes países. México participa con menos de medio punto porcentual.

dades que se desprenden de este tipo de conocimiento para el entramado productivo del sector nacional. Lo contrario —que los académicos investigadores mexicanos no regresen— implica una cuantiosa pérdida para el país; no sólo por el conocimiento que no difundirán en el país, sino también porque los costos de su formación en México y en el extranjero fue financiada con recursos nacionales. Agréguese a lo anterior el bloqueo de una eventual tasa de retorno en términos económicos, de producción de nuevo conocimiento, innovaciones, difusión, y de formación de recursos humanos de alto nivel en el país, que eleve la calidad de la formación de RH de alto nivel.

Dimensionar este segmento de académicos investigadores mexicanos que participan en redes internacionales de invención e innovación es caracterizar a un grupo elite portador de los avances del conocimiento tecnológico más recientes, y de la experiencia que adquirieron en los países industrializados, en cuanto a la forma en que se organizan institucionalmente las redes de inventores, su forma de vinculación con las empresas y las modalidades de la asignación de recursos financieros (públicos, privados, mixtos, etcétera). Con el propósito de ilustrar lo anterior, en los diagramas del 1 al 6 se presentan casos de inventores mexicanos que participan en redes internacionales de invención e innovación (RIINN) para empresas globales (de Estados Unidos, Francia, Japón y Suecia), o bien, para instituciones de I+D que han patentado en USPTO. Se observa que estos grupos están integrados por inventores de diferente nacionalidad, lo cual denota el grado de internacionalización de la I+D en los países industrializados.

Particularmente, en el diagrama 1 se observa cómo un inventor mexicano, Marco Báez Vázquez, participó en una RIINN en la patente USPTO (6 383 773), para el Massachusetts Institute of Technology (MIT), junto con inventores de Japón, España y Estados Unidos. Esto implica que desarrollan actividades de I+D con presupuestos universitarios significativos. En el diagrama 2 se presenta una patente USPTO (5 257 503) de la empresa alemana Liquid Carbonic Corporation, misma que contrató un grupo de inventores compuesto por dos mexicanos (José Anaya Izquierdo y Emilio A. Fernández) y dos estadounidenses. En otras palabras, esta patente USPTO muestra la inter-

nacionalización de la I+D, dado que las empresas pueden contratar inventores de diferentes países para resolver o impulsar sus productos en el mercado internacional.

Diagrama 1
Inventores de México en RIINN-USPTO

US Patent Number	6 383 773	
WIPO Class:	C12N 9/0071	
Current U.S. Class:	435/47 (Biotecnología)	
Date Issue	May 7, 2002	
Assignee:	Massachusetts Institute of Technology	Cambridge, MA
Inventor:	Demain; Arnold L.	Wellesley, MA
	Cho; Hiroshi	Tokyo, JP
	Piret; Jacqueline M.	Cambridge, MA
	Adrio; Jose L.	León, ES
	Fernandez; María-Josefa E.	Madrid, ES
	Báez Vázquez; Marco A.	Monterrey, MX
Hintermann; Gilberto	Cambridge, MA	

FUENTE: USPTO, en <<http://www.uspto.gov/>>, consultado en 2012.

Diagrama 2
Inventores de México en RIINN-USPTO

US Patent Number	5,257,503	
WIPO Class:	62/604 (Farmacéutica-médica)	
Current U.S. Class:	C01B 31/22	
Date Issue	November 2, 1993	
Assignee:	Liquid Carbonic Corporation	Alemania
Inventor:	Rhoades; George D.	LaGrange, IL
	Gyger; Roger F.	Naperville, IL
	Anaya Izquierdo; Jose M. A.	Mexico City, MX
	Fernandez; Emilio A.	Mexico City, MX

FUENTE: USPTO, en <<http://www.uspto.gov/>>, consultado en 2012.

En el diagrama 3 se presenta una patente USPTO (5 459 252) de la empresa alemana BASF Corporation de la filial en New Jersey, Estados Unidos. Dentro del grupo de inventores participa un investigador mexicano, Carlos H. López, conjuntamente con dos inventores radicados en Michigan.

Diagrama 3
Inventores de México en RIINN-USPTO

US Patent Number	5 491 252	
WIPO Class:	C08G 18/10	
Current U.S. Class:	560/26 (Química)	
Date Issue	February 13, 1996	
Assignee:	BASF Corporation	New Jersey, US
Inventor:	Narayan; Thirumurti Lovell; David J. Lopez; Carlos H.	Grosse Ile, MI Woodhaven, MI Tlalnepantla, MX

FUENTE: USPTO, en <<http://www.uspto.gov/>>, consultado en 2012.

En el diagrama 4 se presenta una patente USPTO (5 141 858) de la empresa francesa Bio Europe. Dentro del grupo de inventores figura uno mexicano, Agustín López Mujica, mientras que los otros cuatro integrantes del grupo de I+D son de origen francés.

Diagrama 4
Inventores de México en RIINN-USPTO

US Patent Number	5 141 858	
WIPO Class:	A23L 1/236	
Current U.S. Class:	435/97 (Farmacéutica-médica)	
Date Issue	August 25, 1992	
Assignee:	BioEurope	Toulouse, FR
Inventor:	Paul; François B. Lopez Mujica Canales; Agustin Remaud; Magali M. Pelenc; Vincent P. Monsan; Pierre F.	Saint Orens, FR Coyoacan, MX Romonville-Saint-Agne, FR Toulouse, FR Blagnac, FR

FUENTE: USPTO, en <<http://www.uspto.gov/>>, consultado en 2012.

En el diagrama 5, la empresa sueca LM Ericsson adquiere la patente USPTO (7, 155 201) en el año 2006; la actividad inventiva fue realizada exclusivamente por inventores mexicanos: María Selene Lugo Salcedo y Raúl Cárdenas Flores.

Diagrama 5
Inventores de México en RIINN-USPTO

US Patent Number	7 155 201	
WIPO Class:	H04W 4/22	
Current U.S. Class:	455/404.1 (Comunicación y computación)	
Date Issue	December 26, 2006	
Assignee:	Telefonaktiebolaget LM Ericsson	Stockholm, SE
Inventor:	Lugo Saucedo; María Selene Cárdenas Flores; Raúl D.	Coahuila, MX Coahuila, MX

FUENTE: USPTO, en <<http://www.uspto.gov/>>, consultado en 2012.

Finalmente, en el diagrama 6 se presenta una patente USPTO (7 125 405) otorgada a la empresa japonesa Nidek Co., Ltd. El grupo de inventores está compuesto por un investigador mexicano y uno japonés.

Diagrama 6
Inventores de México en RIINN-USPTO

US Patent Number	7 125 405	
WIPO Class:	A61F 9/008	
Current U.S. Class:	606/10 (Farmacéutica-médica)	
Date Issue	October 24, 2006	
Assignee:	Nidek Co., Ltd.	Japón
Inventor:	Chayet; Arturo S. Suzuki; Yoshitaka	Tijuana, MX Okazaki, JP

FUENTE: USPTO, en <<http://www.uspto.gov/>>, consultado en 2012.

Las patentes comentadas en los diagramas anteriores muestran cómo los investigadores mexicanos participan en RIINN para empresas con actividad inventiva sobresaliente. Las patentes USPTO son, como se explicó antes, de un elevado nivel, y guardan una fuerte relación con la forma en que las empresas desarrollan sus invenciones y, en algunos casos, participan en los mercados internacionales de conocimiento (Cimoli y Primi, 2008).

Resulta notable que la actividad de I+D de los inventores mexicanos en RIINN se realice en los campos tecnológicos de punta como las TIC (Ericsson de Suecia), la industria farmacéutica de primer nivel (BASF Corporation de Alemania) o en las instituciones y universidades más sobresalientes en I+D del nivel internacional (MIT de Estados Unidos).

TENDENCIAS DE LA PARTICIPACIÓN DE INVENTORES MEXICANOS EN USPTO ANTES Y DESPUÉS DEL TLCAN

De acuerdo con la evidencia presentada en el apartado anterior es pertinente plantearse, por lo menos, las siguientes interrogantes: ¿cuál es la magnitud de la presencia de inventores mexicanos en las patentes en USPTO en las últimas décadas?, ¿cuáles son las tendencias de esta participación? Para contribuir en la respuesta, la gráfica 2 muestra las patentes otorgadas en USPTO a dos diferentes tipos de agentes vinculados con la actividad inventiva e innovativa, los cuales guardan relación con investigadores académicos mexicanos. En la línea cercana al eje horizontal de la gráfica 2 se muestra el número de patentes que las empresas, universidades e instituciones mexicanas de I+D han obtenido con la actividad inventiva nacional. En términos del nuevo conocimiento codificado en esas patentes, se trata de propietarios del título mexicanos. En la línea superior de la misma gráfica se observan las patentes de USPTO en cuyos grupos de inventores existía al menos un inventor mexicano. En este caso son inventores mexicanos que fueron contratados por empresas no mexicanas (empresas globales en la mayoría de los casos), o por instituciones de I+D tam-

bién no mexicanas (universidades extranjeras, instituciones de I+D y universidades extranjeras).

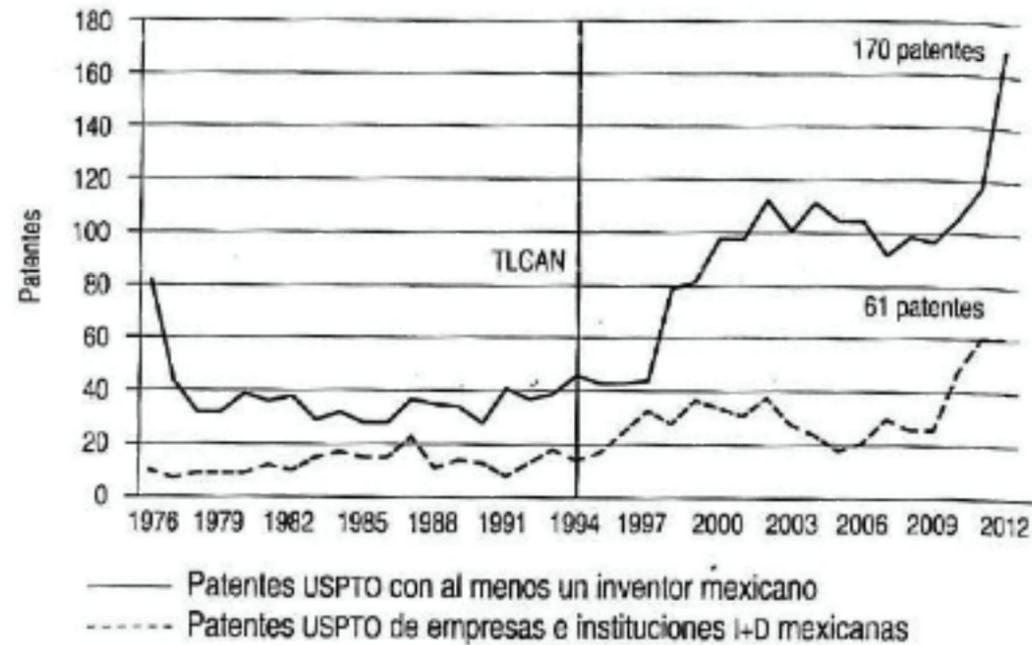
El comportamiento de estas dos variables muestra, por un lado, en qué medida las empresas y universidades extranjeras están integrando, en forma creciente, a investigadores de origen mexicano (formados en las universidades mexicanas y con posgrado en el extranjero) y, por el otro, en qué medida las empresas mexicanas contratan a sus propios investigadores nacionales para producir nuevos conocimientos tecnológicos patentables. Esto implica, para ambos tipos de empresas (nacionales y globales), participar en los mercados de tecnología o utilizarlas en sus propias empresas para mejorar sus procesos productivos, lanzar nuevos al mercado, etcétera.

Es importante considerar el papel del TLCAN en el comportamiento de inventores mexicanos en USPTO. Antes de las reformas del año 2013, el TLCAN fue la reforma comercial más importante para la economía mexicana del último medio siglo. Durante la posguerra el dinamismo de la economía se apoyó en el mercado interno, mientras que el TLCAN implicó una inflexión, dado que el mercado externo se convirtió en el eje del desarrollo económico del país. La interrogante que se desprende de lo anterior es la siguiente: ¿en qué medida la reforma estructural del comercio (TLCAN) en México incidió en las tendencias de la movilidad académica? Este tema es pertinente y, también, sumamente complejo y amplio. A continuación se analiza el impacto del TLCAN en la participación de inventores mexicanos que se han integrado en redes internacionales de I+D y cuyas patentes han sido registradas en USPTO.

De manera adicional, en la gráfica 2 se observa el comportamiento de los dos diferentes tipos de agentes, antes y durante los años siguientes a la puesta en marcha del TLCAN (1977-1994 y 1995-2012). Es evidente cómo la brecha entre las dos curvas se ha ido ampliando considerablemente después del tratado comercial. En efecto, durante este último periodo se ha registrado un proceso de divergencia; la brecha entre las dos variables se abre notoriamente después del TLCAN. Esto implica que las empresas extranjeras utilizan (empresas globales o instituciones de I+D) con mayor frecuencia y en mayor cantidad a inventores mexicanos calificados para generar nuevos conocien-

tos, mientras que las empresas nacionales lo siguen haciendo en una tendencia que, aunque crece, no posee la misma intensidad que las empresas e instituciones extranjeras (no mexicanas).

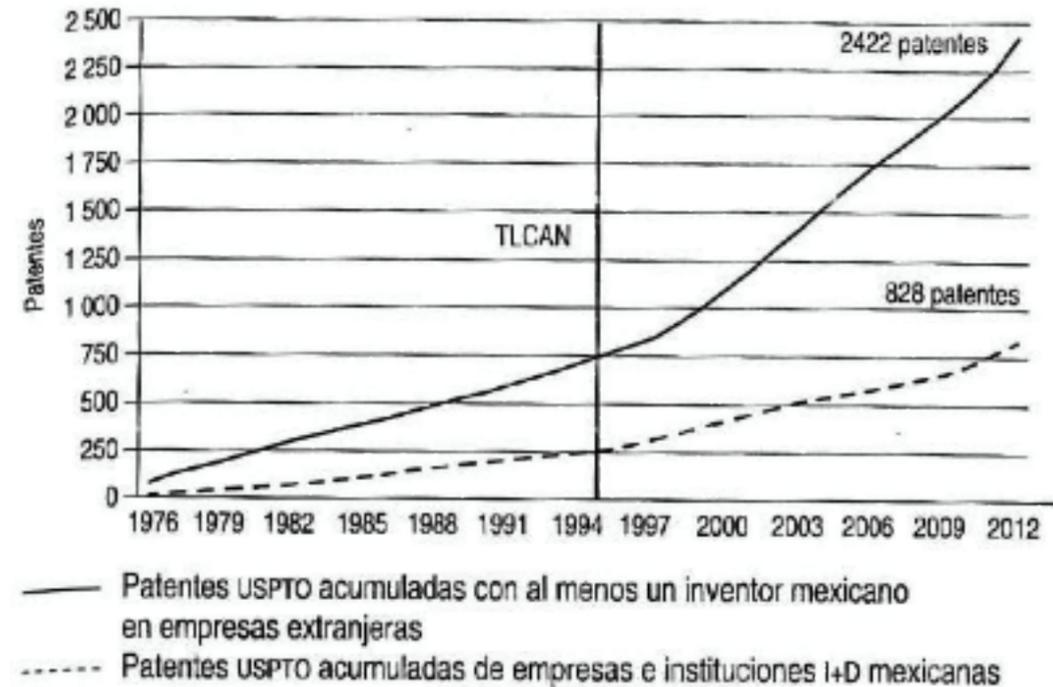
Gráfica 2
Patentes USPTO con al menos un inventor mexicano y patentes de empresas mexicanas, 1976-2012



FUENTE: USPTO, en <<http://www.uspto.gov/>>, consultado en 2013.

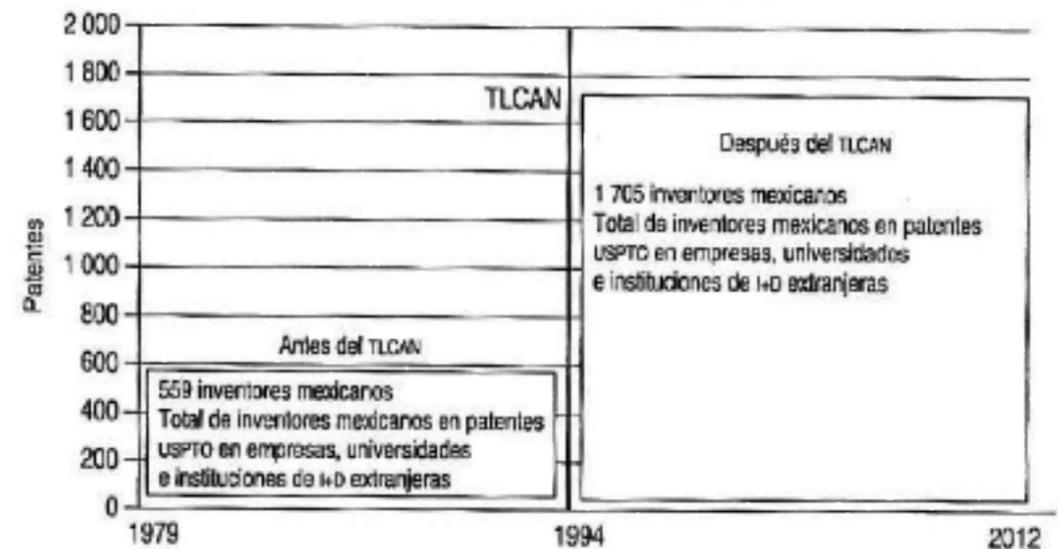
En las gráficas 3 y 4 se observa la misma información de la gráfica anterior pero acumulada, antes y después del TLCAN, con lo que se obtiene otra apreciación del comportamiento de las patentes con inventores mexicanos, ya sea con empresas globales o con empresas nacionales, y para instituciones de I+D en ambos tipos de países. En 1994, cuando se pone en marcha el TLCAN, las patentes de procedencia extranjera habían utilizado alrededor de 750 inventores mexicanos en poco más de una década y media (1978-1994); por su parte, las empresas e instituciones de I+D mexicanas habían empleado, por lo menos, 250 inventores mexicanos. En otras palabras, los titulares mexicanos (empresarios, universidades, instituciones de I+D) habían contratado menos de la mitad de lo que habían hecho las empresas globales. Sin embargo, para el final del periodo (2012) el número

Gráfica 3
Patentes USPTO acumuladas con inventor(es) mexicano(s) en empresas mexicanas y extranjeras, 1976-2012



FUENTE: USPTO, en <<http://www.uspto.gov/>>, consultado en 2013.

Gráfica 4
Antes y después del TLCAN: inventores mexicanos en empresas globales, universidades e instituciones de I+D, 1979-2012



FUENTE: USPTO, en <<http://www.uspto.gov/>>, consultado en 2013.

ro de inventores utilizados por las empresas globales se multiplicó por tres (1 705 inventores mexicanos); mientras, los titulares mexicanos sólo habían alcanzado la cantidad de 559 inventores nacionales. ¿Qué implica este comportamiento divergente de ambas variables? La interrogante se puede responder desde diferentes perspectivas. Nos limitaremos a señalar la más evidente: las empresas extranjeras tienen mayor capacidad para utilizar a los académicos investigadores mexicanos que las mismas empresas e instituciones (instituciones de I+D y universidades) mexicanas, en cuanto a la producción de nuevo conocimiento. En otras palabras, la demanda externa (de agentes organizadores de I+D no mexicanos) por inventores mexicanos es más intensa que la que se produce dentro del país.

Conviene introducir una clasificación sobre los tipos de movilidad que se registran entre los países industrializados y los países en desarrollo. Se distinguen por lo menos dos tipos de movilidad académica: por un lado existe la movilidad trunca (académicos que no regresan al sistema universitario mexicano y que fueron financiados por el gobierno mexicano) y, por el otro, la movilidad virtuosa (académicos que regresan y se integran a las universidades mexicanas diseminando los conocimientos adquiridos en el extranjero).

Aunque este ensayo sólo pretende un primer acercamiento a esta temática, las últimas gráficas analizadas sugieren que la movilidad trunca es la predominante, dado el crecimiento de inventores académicos mexicanos en patentes USPTO pertenecientes a empresas e instituciones no mexicanas (universidades e instituciones de I+D). Resulta claro que la afirmación anterior conforma una vertiente de análisis futuros sobre el tema, el cual, sin duda, requiere de una investigación más amplia.

CONCLUSIONES

En este ensayo se analizó el segmento de inventores mexicanos que ha participado en patentes USPTO durante las últimas tres décadas. La investigación distinguió dos tipos de participación de los inventores mexicanos: *i*) los registrados con agentes mexicanos (titulares de em-

presas, universidades, instituciones de I+D, etcétera), *ii*) los inventores mexicanos en patentes con titulares de empresas globales, universidades e instituciones de I+D no mexicanos. El análisis de este último grupo de inventores (recursos humanos mexicanos) de alta calificación muestra que son este tipo de agentes (no mexicanos) quienes tienen mayor capacidad, en comparación con las empresas o instituciones mexicanas, para incorporar inventores mexicanos a sus proyectos de I+D y en consecuencia en patentes USPTO.

La evidencia empírica observada muestra también que la reforma comercial de la primera mitad de los años noventa (TLCAN) implicó un aumento significativo de inventores mexicanos registrados en patentes USPTO en empresas globales, universidades e instituciones de I+D de países industrializados.

Diferentes estudios (Solimano, 2013) sugieren que los factores que inciden en la decisión de los investigadores mexicanos para permanecer en los países industrializados son, entre los más destacados, los siguientes: *i*) los ingresos (salarios, compensaciones y primas por resultados de investigaciones exitosas) más elevados en los países industrializados que en México; *ii*) infraestructura para realizar actividades de I+D de alto nivel, aunque esto no se limita solamente a laboratorios, instalaciones o insumos adecuados para el desarrollo de los programas I+D, sino que también, y esto es crucial, *iii*) "ambiente institucional", es decir, instituciones con objetivos, recursos y capacidades para emprender e impulsar redes internacionales de inventores, con el fin de desarrollar proyectos de I+D más exitosos; *iv*) comparativamente los grupos de investigadores abocados a actividades de I+D no tienen la misma vinculación, "densidad", que en los países industrializados y, además, la vinculación con las empresas son laxas o inexistentes en México. Sin duda, en México existen casos ejemplares de vinculación; no obstante, se trata de casos particulares y nunca extendidos ampliamente en ramas productivas donde la innovación es crucial para el crecimiento. Lo que se observa son procesos de transferencia de tecnología proveniente del exterior.

Se requiere una investigación específica sobre la naturaleza de la movilidad (movilidad trunca o movilidad virtuosa) de inventores mexicanos: la evidencia analizada permite conjeturar (aunque no con-

cluir) que se trata de movilidad trunca. En otras palabras, las instancias gubernamentales mexicanas que dedican recursos financieros y humanos sustanciosos (Conacyt, SEP, universidades públicas, etcétera) en la formación de investigadores de alto nivel son escasas, y no utilizan tales recursos de manera adecuada para fortalecer el sistema de innovación de México. Lo anterior sugiere que los programas de retención de académicos becados en el extranjero tienen limitaciones, sobre todo en relación con los investigadores destacados.

Los resultados sugeridos en los puntos anteriores (particularmente la movilidad trunca) reflejan los obstáculos que limitan la creación de las *capacidades endógenas de innovación y aprendizaje* en México. En otras palabras, se muestra que existe una oferta de inventores nacionales que son utilizados en mayor medida, y en términos de producción de conocimiento, en ámbitos productivos y de negocios externos a México. Este comportamiento no favorece el aparato productivo nacional, como bien podría hacerlo dadas las significativas inversiones en conocimiento que significa preparar un investigador de primer nivel (licenciatura, maestría, doctorado y posdoctorado, la mayoría de las veces en el extranjero).

Además, no se están contabilizando tres aspectos centrales: *i*) la producción de conocimiento tecnológico potencial que estos recursos humanos podrían hacer en México; *ii*) el impacto de este conocimiento tecnológico en las mejoras tecnológicas, organizativas, nuevos negocios debido a las innovaciones y, finalmente, *iii*) la formación de recursos humanos dado el nivel de acumulación tácito y las redes de conocimiento internacionales en las cuales están insertos y por lo tanto tienen acceso. Estos tres puntos conforman, en sí mismos, una agenda de investigación futura.

BIBLIOGRAFÍA

- ABOITES, Jaime y Manuel SORIA (2008), *Economía del conocimiento y propiedad intelectual*, México, Siglo XXI.
- _____ y Juan Manuel CORONA (2011), *Economía de la innovación y desarrollo*, México, Siglo XXI.

- _____ y Claudia DÍAZ (2013), *Innovación: instituciones, redes y aprendizaje*, México, Miguel Ángel Porrúa/UAM-X.
- _____; José Manuel DOMÍNGUEZ y Tomás BELTRÁN (2004), *La tríada innovadora I y D en el Instituto Mexicano del Petróleo*, México, Siglo XXI/IMP.
- ARCHIBUGLI, Daniele y Bengt-Åke LUNDVALL (2001), *The Globalizing Learning Economy*, Londres, Oxford University Press.
- CIMOLI, Mario y Annalisa PRIMI (2008), "Propiedad intelectual y desarrollo: una interpretación de los (nuevos) mercados del conocimiento", en Jorge Mario Martínez (coord.), *Generación y protección del conocimiento: propiedad intelectual, innovación y desarrollo económico*, México, CEPAL.
- DAVID, Paul (2001), "Path Dependence, its Critics, and the Quest for 'Historical Economics'", en Pierre Garrouste y Stavros Ioannides (eds.), *Evolution and Path Dependency in Economic Ideas: Past and Present*, Cheltenham, Edward Elgar.
- _____ y Dominique FORAY (2002), "Fundamentos económicos de la sociedad del conocimiento", en *Comercio Exterior*, núm. 52, vol. 6, pp. 472-491.
- DIDOU AUPETIT, Sylvie (2008), "Presentación. Movilidades académicas y profesionales en América Latina: entre la ignorancia y la polémica", en *Revista de la Educación Superior*, vol. 37, núm. 148, pp. 71-85.
- _____ y Étienne GÉRARD (eds.) (2009), *Fuga de cerebros, movilidad académica, redes científicas. Perspectivas latinoamericanas*, México, IIESALC/Cinvestav/IRD.
- GARCÍA DE FANELLI, Ana (2008), "Políticas públicas frente a la 'fuga de cerebros'. Reflexiones a partir del caso argentino", en *Revista de la Educación Superior*, vol. 37, núm. 148, pp. 111-121.
- GÉRARD, Étienne y Estela MALDONADO (2009), "'Polos de saber' y 'cadenas de saber'. Impactos de la movilidad estudiantil en la estructuración del campo científico mexicano", en *Revista de la Educación Superior*, vol. 38, núm. 152, pp. 49-62.
- GIBBONS, Michael (1997), "Reconfiguración de las Instituciones", en Michael Gibbons (ed.), *La nueva producción del conocimiento*, Barcelona, Pomares-Corredor.

- IESALC (2009), "Informe del Instituto Internacional de la UNESCO para la Educación Superior en América Latina y el Caribe", Caracas, UNESCO-IIESALC.
- LUNDVALL, Bengt-Åke (2005), "Science, Technology, and Innovation Policy", en J. Fagerberg, D. Mowery y R. Nelson, *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, Nueva York, pp. 599-631.
- METLICALFE, J. Stanley (1998), *Evolutionary Economics and Creative Destruction*, Londres, Routledge.
- NORTH, Douglass C. (1992), "Institutions and Economic Theory", en *The American Economist*, vol. 36, núm. 1, pp. 3-6.
- ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS (OCDE) (2005), *Oslo Manual. The Measurement of Scientific and Technological Activities*, París, OCDE.
- _____ (2007), *Science, Technology, and Industry Scoreboard*, París, OCDE.
- _____, *Factbook* (2010), *Economic, Environmental and Social Statistics*, París, OCDE.
- _____ (2012), *Science, Technology, and Industry Scoreboard*, París, OCDE.
- PATEL, Parimal y Keith PAVITT (1994), "National Innovation Systems: Why they Are Important, and How they Might Be Measured and Compared", en *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 3, núm. 1, pp. 77-95.
- POLANYI, Michael (1967), *The Tacit Dimension*, Nueva York, Doubleday Anchor.
- ROMER, Paul M. (1991), "El cambio tecnológico endógeno", en *El Trimestre Económico*, vol. LVIII, núm. 231, México, FCE.
- SOLIMANO, Andrés (2013), *Migraciones, capital y circulación de talentos en la era global*, Santiago de Chile, FCE.
- TIGOU, Camelia (2010), "The Mexican Brain Drain Today", en *Voices of Mexico*, México, CISAN-UNAM, núm. 89, invierno.
- _____ (2011), "Mexican Brain Drain to The U.S. and Canada", en *Voices of Mexico*, México, CISAN-UNAM, núm. 92, invierno.
- TUIRÁN, Rodolfo (2009), "Discurso de inauguración del Seminario Internacional 'Fuga de cerebros, movilidad académica, redes científicas'", México, UAM, Rectoría, 2 de marzo.

Tercera parte
Experiencia histórica:
países, territorios, sectores y empresas

8. Geografía del crecimiento económico y del (sub)desarrollo científico, tecnológico y de innovación regional en México

*Isaac Leobardo Sánchez Juárez**

*Rosa María García Almada***

La clave de la prosperidad... como de la riqueza de las naciones, en otras palabras, del crecimiento económico, con sus incalculables beneficios para todos son las ideas nuevas, más que el ahorro o que la inversión o incluso que la educación. Y en el trasfondo de todo ello están las intrincadas reglas del juego que llamamos las leyes y la política.

Warsh (2006)

INTRODUCCIÓN

Una innumerable cantidad de libros, capítulos de libro y artículos relacionados con el tema del crecimiento económico siempre inician con la misma pregunta: ¿qué causa las disparidades regionales en los niveles y tasas de variación de la renta per cápita? La respuesta es que más de la mitad se deben a las diferencias en la productividad total factorial, y actualmente se sabe que el principal determinante de ésta es el cambio tecnológico. Esto es lo que sostenían Solow (1956 y 1957) y Kuznets (1966), quien sistematizó estadísticas desde la segunda mitad del siglo XIX, las cuales destacan a la tecnología basada en la ciencia como la principal fuente de crecimiento económico en los países desarrollados, particularmente en lo que se refiere a máquinas de

* Profesor-investigador de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (isaac.sanchez@uacj.mx).

** Profesora-investigadora de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (maria.garcia@uacj.mx).

vapor, electricidad, combustión interna, electrónica, informática, energía nuclear y biología.

Además de estos economistas, otros también han colocado la evolución tecnológica en el centro del crecimiento económico moderno, sobre todo Landes (1969), Rosenberg (1982) y Mokyr (1990). Los trabajos seminales de estos autores sobre el cambio tecnológico apuntan que éste ha sido indispensable en la formación del sector industrial moderno y en la configuración de la actividad económica durante largos periodos. Un ejemplo reciente de esto es la mejora de los sistemas de comunicación, que gracias a la revolución de la informática ha reducido las distancias físicas e incrementado el volumen de bienes y servicios, que son producidos en una cantidad nunca antes registrada.

Tomando en cuenta lo anterior, este capítulo sostiene como punto de partida que ciencia, tecnología e innovación (CTI) pueden explicar el crecimiento económico regional en México, y se construye a partir de las siguientes preguntas de investigación: 1) ¿cómo ha evolucionado el crecimiento económico regional?, 2) ¿cuál es el estado de la CTI en las regiones?, 3) ¿existe una relación positiva entre el crecimiento económico regional mexicano y el nivel de CTI?, 4) ¿cuáles son los espacios del crecimiento y del (sub)desarrollo en CTI? y 5) ¿se cuenta con una política de CTI adecuada para el fomento del crecimiento económico?

El capítulo utiliza como marco de referencia la teoría del crecimiento endógeno, en particular el artículo de Rivas-Aceves (2012), quien elaboró un modelo en el que el cambio tecnológico es generado por el gobierno, condición que lo distingue de los modelos convencionales y que sustenta las recomendaciones normativas de este documento. Aclarado esto, el objetivo general de este capítulo, entonces, consiste en demostrar que la CTI es crucial para el crecimiento regional; por lo tanto se aportan evidencias para la geografía económica mexicana.

De acuerdo con esta lógica, la hipótesis de investigación sostiene que el bajo crecimiento económico regional en México se puede explicar principalmente (no de forma exclusiva) por el atraso relativo en CTI. En cuanto al método, se usan estadísticas oficiales de la producción por persona nacional y estatal, indicadores de capacidades

tecnológicas nacionales y un indicador de CTI construido por el Foro Consultivo, Científico y Tecnológico. El trabajo intenta contribuir a la escasa literatura que existe relacionada con el tema y sentar las bases de estudios posteriores, los cuales puedan evaluar en el tiempo el desarrollo regional en CTI.

El capítulo se encuentra estructurado en cinco secciones. En la primera se presenta el marco teórico de referencia y se hace una breve revisión de la literatura. En la segunda se expone la geografía del crecimiento económico regional. En la tercera se describe la geografía del (sub)desarrollo regional en CTI. La cuarta se dedica a la verificación de la hipótesis. Enseguida se presentan las conclusiones. Considerando el diagnóstico, en la quinta y última sección se discute la política para el cambio tecnológico y crecimiento.

CIENCIA, TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN Y CRECIMIENTO: TEORÍA Y EVIDENCIAS

Aun cuando desde el siglo XIX se había estudiado el papel del progreso tecnológico en el desarrollo económico, es a partir del trabajo de Solow (1956)¹ que se generó una oleada de esfuerzos para explicar el papel de la ciencia, tecnología e innovación en el crecimiento. Destacan los trabajos de Arrow (1962), quien subrayó la importancia del aprendizaje por medio de la experiencia; de Uzawa (1965), quien propone un modelo en el cual las mejoras de la productividad son impulsadas por el capital humano, y de Shell (1967), quien remarcó la relevancia de las actividades de invención. Todos estos trabajos se caracterizaron por considerar que el progreso tecnológico es exógeno.

Durante algún tiempo, la teoría del crecimiento económico dejó de considerarse desafiante y de interés, y muchos pensaban que todo había sido aclarado. No obstante, Romer (1986) y Lucas (1988) mostraron que aún quedaban muchos pendientes por resolver, particularmente la naturaleza endógena del progreso tecnológico. En su modelo, Ro-

¹ Otros autores consideran que es a partir de Harrod (1939). Cabe aclarar que un marco alternativo es el evolucionista, mismo que no fue usado aquí pero aparece sintetizado en otros capítulos.

mer considera que la producción depende de factores clásicos como el trabajo y el capital, pero también del acervo de conocimientos de una economía. Este último aumenta con el tiempo, a medida que las empresas invierten en acumulación de conocimientos. La producción de las empresas depende de factores privados y del acervo de conocimientos públicos de la economía. Una empresa invierte en generar conocimiento para obtener rendimientos; al hacerlo contribuye, sin querer, a incrementar el acervo agregado, lo que genera una externalidad positiva y aumenta la productividad.

Para Romer (1986) la productividad marginal decreciente de los conocimientos privados hace que las empresas se comporten competitivamente, mientras que la economía se encuentra con economías de escala y una productividad marginal creciente de los conocimientos. Dado que los conocimientos agregados no tienen rendimientos decrecientes, la tasa de crecimiento económico no disminuye, puede aumentar con el paso del tiempo de forma constante o ilimitada.

Lucas (1988) también empleó la idea de las externalidades, pero asociadas al capital humano. En una versión de su modelo, la producción agregada depende del capital físico, del nivel agregado de habilidades y del nivel medio de capital humano de los trabajadores. El capital físico y las habilidades agregadas tienen rendimientos decrecientes, pero su efecto conjunto es mayor cuanto más elevado es el nivel medio de capital humano en la economía, por lo que la externalidad reside en el efecto que produce este último en la producción.

Dado lo insatisfactorio de su primer modelo, Romer abandonó su enfoque agregado de la acumulación de conocimientos y desarrolló un modelo centrado en el sector empresarial con el fin de estudiar la naturaleza del crecimiento. Su trabajo expone la importancia que tiene el sector privado para la generación del cambio tecnológico.

En la concepción de Romer (1990), las empresas invierten recursos en I+D con el fin de desarrollar nuevos productos, los detalles de ellos están protegidos por patentes, lo que implica que los innovadores consiguen un poder de monopolio que pueden utilizar para acceder a más beneficios, los cuales generan incentivos para invertir en I+D, lo que aumenta la tasa de crecimiento económico e inicia nuevamente el ciclo.

En el modelo, los innovadores tienen incentivos para trabajar en nuevos productos y procesos porque obtienen beneficios de ello, pero al hacerlo crean, sin que sea su objetivo, conocimientos que no se encuentran protegidos y que pueden ser usados por otros emprendedores, lo que hará que los costos futuros de la I+D disminuyan (Helpman, 2007:63). Así, entre más I+D se haya realizado en el pasado, mayor y más barato será su acervo en el futuro. El crecimiento se explica endógenamente por el cambio tecnológico que se produce en las empresas privadas, las cuales operan en un marco de competencia imperfecta.

A partir de los trabajos reseñados surgieron otros que, bajo diferentes circunstancias, endogenizaron el cambio tecnológico. Por su relevancia destacan los trabajos de Grossman y Helpman (1991) y Aghion y Howitt (1992), quienes desarrollaron modelos para describir los efectos de difusión hacia delante de los innovadores actuales a los futuros, debido a que la calidad en un momento dado sirve como referencia para mejorar aún más los productos que ya existen. "El proceso de crecimiento resultante es un proceso de destrucción creativa, ya que los productos de mayor calidad destruyen oportunidades de mercado de los productos antiguos de peor calidad. La productividad crece con el tiempo como consecuencia de las mejoras de la calidad" (Helpman, 2007:65).

Resulta pertinente anotar que en los modelos base de la teoría del crecimiento endógeno, el progreso tecnológico se concibe de forma acumulativa, cuando existen momentos en la historia en los cuales es más bien radical (*e.g.* máquina de vapor, electricidad, computadora) y ocasiona notables modificaciones de los espacios, formas de consumo y producción. Las tecnologías de este tipo se llaman de uso general y se caracterizan porque el crecimiento que genera es diferente al de las innovaciones acumulativas.

Las tecnologías de uso general pueden crear una trayectoria que inicia con una prolongada desaceleración seguida de una rápida aceleración. Existen al menos tres razones para esto: 1) la adopción de nuevas tecnologías obliga a las empresas a aprender a utilizarlas, esto frena el crecimiento de la productividad; 2) toma tiempo el desarrollo de elementos complementarios que puedan utilizarse con las nuevas

tecnologías y en el intervalo el crecimiento se ralentiza, y 3) como los trabajadores están acostumbrados al uso de una tecnología, cuando cambia —siempre y cuando consideren que su salario se incrementará— aprenden a utilizarla y se capacitan para dominarla, lo que eleva su productividad en el futuro aunque en el momento la reduce, desacelerando a la economía (Helpman, 2007:71).

Establecidos estos antecedentes,² a continuación se presenta una síntesis del modelo de Rivas-Aceves (2012:17-22), en el cual el cambio tecnológico endógeno es generado por el gobierno, lo que da sustento a la idea de una política activa de CTI para el crecimiento. Al terminar esta tarea, se presenta evidencia de la importancia que tiene el esfuerzo en I+D para el crecimiento en una muestra de países y, a partir de aquí, se resumen algunos trabajos empíricos en la misma dirección. El modelo de crecimiento endógeno de Rivas-Aceves (2012) parte de los siguientes supuestos:

1. El cambio tecnológico es generado por el gobierno a través del gasto.
2. Existen rendimientos constantes a escala.
3. Hay rendimientos marginales decrecientes.
4. Los agentes tienen vida infinita.
5. La economía no sostiene relaciones comerciales.
6. Las empresas no deciden realizar actividades de I+D.

La función de producción toma la forma:

$$y_t = Ag_t k_t \quad (1)$$

La variable g_t es positiva y representa el gasto per cápita que el gobierno destina a la creación de progreso tecnológico, A es el nivel tecnológico disponible, y_t es el nivel de producto y k_t es el capital físico. Si el gasto público per cápita es mayor que uno, entonces habrá cambio tecnológico. No existe gasto público improductivo. El finan-

² Para aquellos lectores interesados en profundizar, desde un punto de vista cuantitativo, en la contribución del cambio tecnológico al crecimiento económico en diferentes periodos, véase Crafts (2003).

ciamiento proviene de los impuestos al consumo τ_c , la restricción gubernamental del gobierno es:

$$g_t = \tau_c c_t \quad (2)$$

Los consumidores buscan maximizar su utilidad de un único bien perecedero:

$$U = \int_0^{\infty} \ln c_t e^{-\rho t} dt \quad (3)$$

El consumo per cápita es c_t y ρ mide la impaciencia de un individuo por el consumo presente. La primera derivada de la función de utilidad es positiva y la segunda negativa. El consumidor es dueño de la empresa. La restricción presupuestal del consumidor es:

$$k_0 = \int_0^{\infty} (1 + \tau_c) c e^{-r t} dt \quad (4)$$

k_0 es el nivel de capital inicial, r_t es la tasa de interés real. La empresa intenta maximizar sus beneficios, que están dados por:

$$\Pi_t = y_t - r_t k_t \quad (5)$$

Sustituyendo (1) en (5), la maximización indica que $Ag_t = r_t$. Por lo que (4) se reescribe como:

$$k_0 = \int_0^{\infty} (1 + \tau_c) c e^{-Ag_t t} dt \quad (6)$$

Asumiendo las condiciones de primer orden para una solución interior que resultan del problema de optimización (3) y (6), los niveles de consumo, capital, producto y tasa de crecimiento son:

$$c_t = \frac{\rho k_0}{(1 + \tau_c)} e^{(Ag_t - \rho)t} \quad (7)$$

$$k_t = k_0 e^{(Ag_t - \rho)t} \quad (8)$$

$$y_t = Ag_t k_0 e^{(Ag_t - \rho)t} \quad (9)$$

$$\psi_t = Ag_t - \rho \quad (10)$$

El consumo depende de las preferencias de los individuos y del capital inicial de manera positiva y de los impuestos de forma negativa. El nivel de capital está determinado por su cantidad inicial. El producto depende del nivel tecnológico existente en la economía, del gasto de gobierno y del capital inicial. La tasa de crecimiento depende del nivel tecnológico, del gasto de gobierno y de las preferencias de los individuos. El crecimiento será positivo siempre que las preferencias de los individuos sean menores que el producto del nivel tecnológico y el gasto de gobierno.

Ahora bien, la función de bienestar económico de los hogares, W , se encuentra sustituyendo (7) en (3) y es igual a:

$$W = \int_0^{\infty} \left[\ln \left(\frac{\rho k_0}{(1 + \tau_c)} \right) + AG_t - \rho t \right] e^{-\rho t} dt \quad (11)$$

Las preferencias de los individuos, el nivel de capital inicial, el nivel tecnológico y las decisiones de gasto e impuestos del gobierno determinan el bienestar de los hogares. Conocidas las condiciones del sector privado (consumidores y empresas son los mismos), se analizan las del sector público.

El gobierno es altruista e intenta que W sea el máximo, para lo cual ajusta su gasto e impuestos. Por lo tanto, sustituyendo (7) en (2), la restricción del gobierno es:

$$g_t = \left[\tau_c \frac{\rho k_0}{(1 + \tau_c)} \right] e^{(Ag_t - \rho)t} \quad (12)$$

Además:

$$0 = G_t = \left[\frac{\tau_c \rho k_0}{(1 + \tau_c)} \right] e^{AG_t - \rho t} \quad (13)$$

El problema de optimización del gobierno consiste en maximizar W sujeto a (13), de lo que se obtiene:

$$Ae^{-\rho t} - \lambda_t A \left[\frac{\tau_c \rho k_0}{(1 + \tau_c)} \right] e^{AG_t - \rho t} - \dot{\lambda}_t = 0$$

Si

$$B = \left[\frac{\tau_c \rho k_0}{(1 + \tau_c)} \right] \quad (14)$$

\therefore

$$Ae^{-\rho t} - \lambda_t AB e^{AG_t - \rho t} - \dot{\lambda}_t = 0$$

A partir de aquí se tienen tres casos. Para el primero: si para el gobierno la variable de decisión es A (nivel tecnológico de la economía), entonces el costo social de su gasto es $\lambda_t = \lambda_0 e^{-At}$, de la ecuación (14) se tiene:

$$G_t = t + \frac{\rho t}{BA} + \frac{t}{B} + \frac{1}{BA\lambda_0} + \frac{1}{BA} - \frac{1}{A} \quad (15)$$

Si $A > \rho$ es porque la economía está creciendo y entonces $g_t > 1$, lo que promueve el cambio tecnológico. Dado el nivel de gasto público, el nuevo nivel tecnológico, el producto y la tasa de crecimiento de la economía son:

$$\hat{A} = A + \frac{(1 + \tau_c)(\rho - A)}{\tau_c \rho k_0} \quad (16)$$

$$Y_t = \hat{A} k_0 e^{(\hat{A} - \rho)t} \quad (17)$$

$$\psi = \hat{A} - \rho \quad (18)$$

\hat{A} representa las nuevas condiciones tecnológicas de producción debido a la acción gubernamental, con lo que la tasa de crecimiento es mayor, lo que también aumenta el producto, consumo y capital.

El segundo caso se presenta cuando el gobierno considera que la principal variable de decisión es la preferencia de los individuos por bienes de alto contenido tecnológico, lo que hace que el costo social de su gasto sea $\lambda_t = \lambda_0 e^{-\rho At}$, de aquí:

$$G_t = \rho t + \frac{\rho^2_t}{BA} - \frac{\rho^2_t}{B} + \frac{1}{BA\lambda_0} + \frac{\rho}{BA} - \frac{1}{A} \quad (19)$$

Luego:

$$g_t = g = \rho + \rho^2 \left[\frac{1-A}{BA} \right] \quad (20)$$

Si $g > 1$ entonces $A < 1$, no importando si la economía crece o no. Por lo tanto, el nuevo nivel tecnológico, el producto y la tasa de crecimiento son:

$$\tilde{A} = A\rho + A\rho^2 \left[\frac{(1+\tau_c)(1-A)}{A\tau_c\rho k_0} \right] \quad (21)$$

$$y_t = \tilde{A}k_0 e^{(\tilde{A}-\rho)t} \quad (22)$$

$$\psi = \tilde{A} - \rho \quad (23)$$

Nuevamente se presenta un salto tecnológico gracias a la acción del gobierno.

Por último, el tercer caso es cuando el gobierno considera que la principal variable de decisión es la distancia entre el consumo y el nivel tecnológico, entonces el costo social de su gasto es de la forma $\lambda_t = \lambda_0 e^{A-\rho t}$, lo que da como resultado:

$$G_t = \frac{\rho_t}{A} + \frac{\rho_t}{BA} - t - \frac{t}{B} + \frac{\rho}{BA^2} + \frac{1}{BA\lambda_0} + \frac{1}{BA} - \frac{1}{A} \quad (24)$$

$$g_t = g = \left[\frac{B+1}{B} \right] \left[\frac{\rho-A}{A} \right] \quad (25)$$

Si $A < \rho < 1$, entonces $g > 1$ y el nuevo nivel tecnológico, producto y tasa de crecimiento será:

$$\tilde{A} = \frac{B(\rho-A)}{B} \quad (26)$$

$$y_t = \tilde{A}k_0 e^{(\tilde{A}-\rho)t} \quad (27)$$

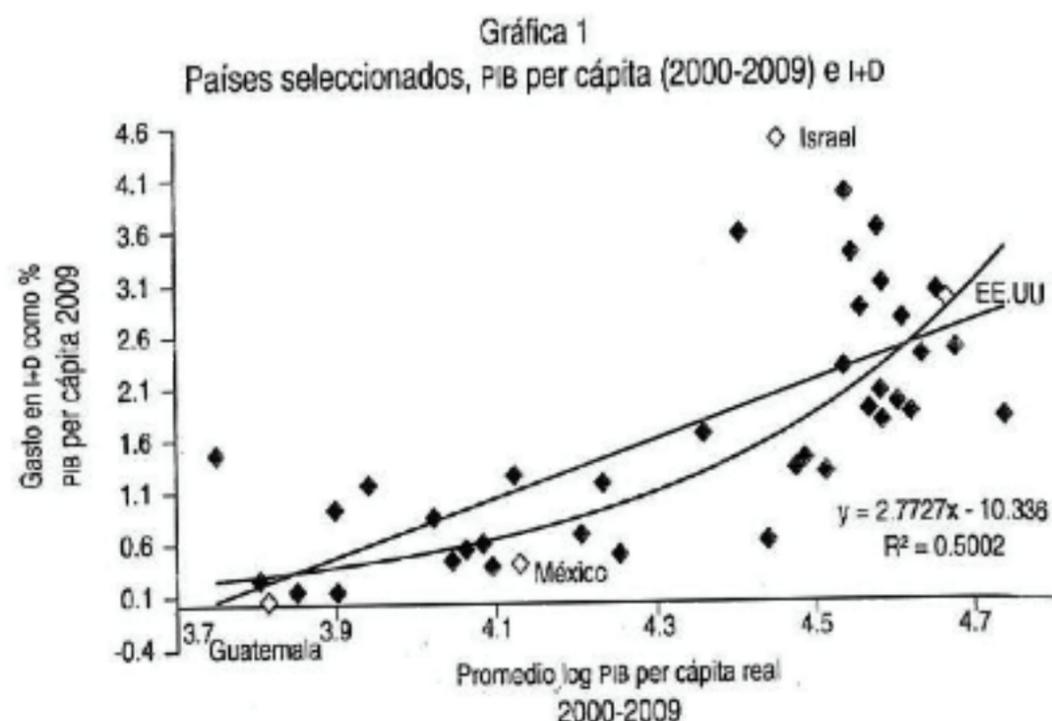
$$\psi = \tilde{A} - \rho \quad (28)$$

Gracias al gasto de gobierno, todas las variables son mayores. El modelo de Rivas-Aceves (2012) demuestra cómo un mayor gasto de gobierno en actividades científicas, tecnológicas y de innovación conduce al cambio tecnológico. Estos resultados, en combinación con el marco inicial de la teoría del crecimiento endógeno, que privilegia la inversión por parte del sector privado, constituyen el núcleo referencial de este trabajo empírico.

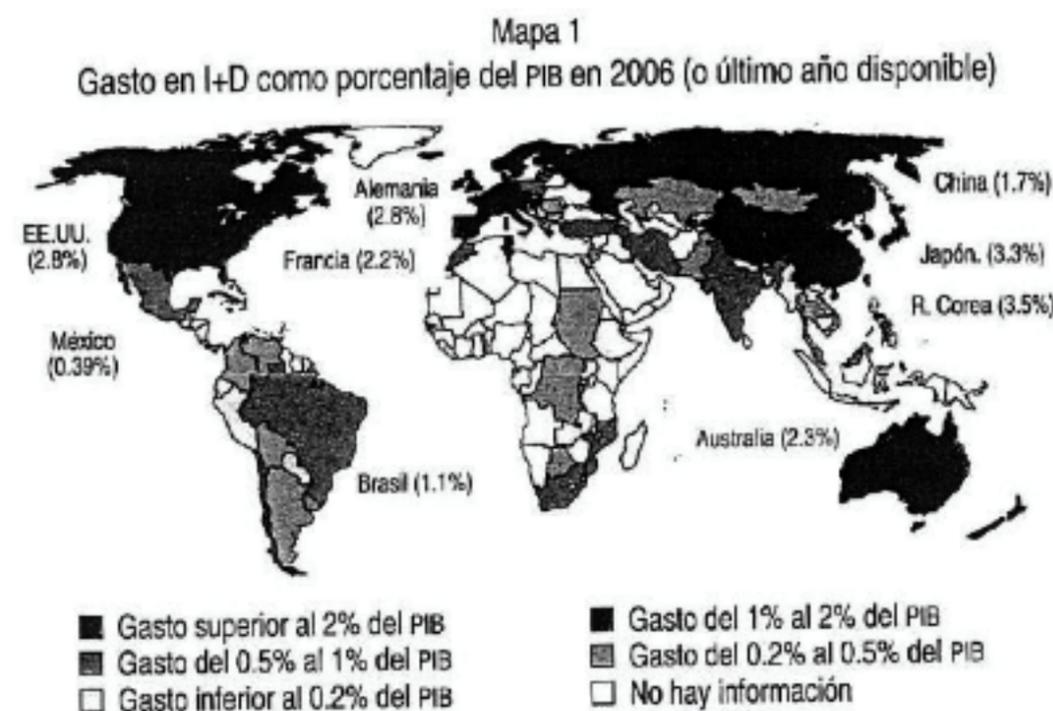
En este punto, resulta necesario presentar algunas evidencias empíricas de la relación virtuosa que existe entre la acumulación de capacidades tecnológicas y el crecimiento económico. La gráfica 1 presenta información convencional para esto. En el eje de las abscisas se ubica el promedio del logaritmo del PIB per cápita para el periodo 2000-2009, mientras que en el de las ordenadas está el gasto en I+D para el año 2009, último año del que se dispone información para toda la muestra. El resultado es una línea de tendencia positiva, como se esperaba de acuerdo con el marco teórico esbozado (véase también el mapa 1). El ajuste entre las series, indicado por el coeficiente R^2 es bastante bueno, los ingresos elevados se correlacionan positivamente con el gasto en I+D. En lo que respecta a México, se clasifica como un país de ingreso medio bajo y bajo nivel de gasto en creación de capacidades tecnológicas y de innovación (la trampa del ingreso medio).

De acuerdo con la CEPAL (2008:19), "la inversión en I+D es uno de los principales indicadores del esfuerzo tecnológico e innovador. A nivel mundial se registra una correlación elevada entre el gasto en I+D y el ingreso per cápita de una economía. El vínculo no es determinístico ni lineal, depende de variables como los recursos humanos, las instituciones y la especialización productiva, entre otras".

De acuerdo con la revisión de la literatura empírica llevada a cabo en bases de datos electrónicas, se puede concluir que, aunque existe un aparente consenso sobre la importancia que tiene el cambio tecnológico para el crecimiento —en un nivel teórico—, al tratar de realizar estimaciones de la relación con una muestra de países o regiones, en el interior de un país se encuentran tantos problemas de medición que no resulta fácil establecer lo que se entiende por cambio tecnoló-



FUENTE: elaboración propia con datos del World Bank y The Conference Board, en <<http://data.worldbank.org/>> y <www.conference-board.org/data/>.



NOTA: entre paréntesis está el dato para 2009.
FUENTE: adaptado de CEPAL (2008:21).

gico, por ello se recurre a diversas aproximaciones: evaluar el gasto en I+D, el número de patentes, el número de investigadores, la tasa de innovación, el número de emprendedores o, simplemente, recurrir a la contabilidad del crecimiento y suponer que la parte del crecimiento no explicada por la acumulación de capital y trabajo corresponde a la productividad total de los factores. A nivel agregado existen dificultades de medición, lo que no ocurre con la industria o la empresa, donde es consistente la correlación positiva entre cambio tecnológico y aumento de la producción.³

Para el caso mexicano, se encontraron tres trabajos relevantes en dos bases electrónicas (Dialnet y Ebsco), lo que da idea de la necesidad de estudiar los temas propuestos en este capítulo. El primer trabajo es el de Mendoza *et al.* (2008), quienes tienen como objetivo de investigación analizar el proceso de crecimiento económico entre las regiones de México, a partir de la crisis de 1994, enfatizando el papel de la innovación tecnológica. Con este fin, usaron un modelo econométrico de mínimos cuadrados no lineales. Los datos utilizados fueron el PIB per cápita por entidad y el número de patentes como variable que captura la innovación tecnológica. Encontraron que para el periodo 1995-2000 la innovación tecnológica tuvo un impacto estadísticamente significativo en el crecimiento. Para el periodo 2000-2004 encontraron que la innovación ejerció un efecto negativo en el crecimiento; dicho resultado no fue estadísticamente significativo al 5%. Para el periodo completo la innovación tuvo un efecto positivo sobre el crecimiento, pero no resultó estadísticamente significativa.

Padilla y Guzmán (2010) plantean como hipótesis de trabajo que el cambio tecnológico ha sido insuficiente para aumentar de manera significativa la productividad de la economía; en consecuencia, ésta no crece acorde con el crecimiento de la población. De ahí que el país enfrente problemas para sostener su crecimiento económico. Para com-

³ Se recomienda la lectura de López y Loria (1999) para una revisión extensa de trabajos en los cuales se analiza la relación entre productividad, tecnología y crecimiento económico. Otro buen trabajo es el de Van Ark *et al.* (2000), quienes presentan una compilación de evidencias en el sentido de que el crecimiento a largo plazo es conducido por la productividad, y que esta última es guiada por el cambio tecnológico.

probar su hipótesis usaron los datos de la industria manufacturera que obtuvieron de los censos publicados por el INEGI de 1989 a 2004. En cuanto al método, usaron la función de producción Cobb-Douglas para estimar la evolución de la productividad total de los factores y sus componentes más importantes para una política de crecimiento sostenido, cambio tecnológico y cambio en la eficiencia de la escala. Encontraron evidencia para el periodo 1988-1998 de un aumento importante en el nivel tecnológico, así como una disminución en 2003. También detectaron rendimientos decrecientes a escala en todos los años, como indicio de un proceso innovativo de la tecnología no difundido de manera general en los territorios y los sectores. En lo general, no presentan evidencia concluyente del impacto positivo que la productividad total de los factores tiene en el crecimiento económico de México. Aunque documentan que la productividad total factorial apenas creció 0.5 por ciento promedio anual entre 1988 y 2003.

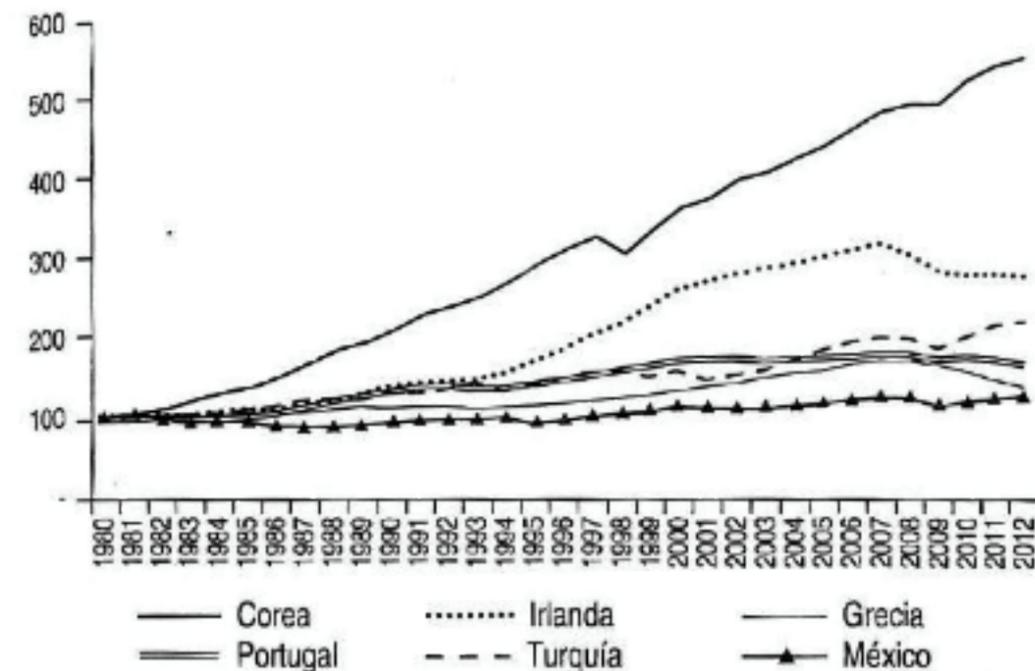
Sánchez y Ríos (2011), analizaron la importancia de la economía del conocimiento en el crecimiento económico de largo plazo en México. Para ello crearon un índice por entidad federativa que mide lo que se entiende por economía del conocimiento, para el periodo 2000-2007, que incluyó las variables alfabetismo, educación media superior y superior, investigadores, telefonía, internet y computadoras. Como método usaron un modelo de datos panel, en el cual la variable dependiente fue el PIB per cápita, mientras que las independientes fueron la formación bruta de capital fijo y la productividad total de los factores (medida por el índice antes mencionado). Los resultados indicaron que el índice de conocimiento fue positivo y estadísticamente significativo. El aporte máximo del trabajo, conjugado con la inversión y la propensión a la economía del conocimiento, al PIB per cápita, se encontró en el Distrito Federal. Mientras que el menor desempeño lo presentó el estado de Oaxaca.

GEOGRAFÍA DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO REGIONAL

En esta sección, usando los datos oficiales disponibles, se presenta evidencia del problema de bajo crecimiento económico a nivel na-

cional, del pobre desempeño comparado del país, del desigual comportamiento del crecimiento económico regional y de la geografía del crecimiento económico en México. La gráfica 2 atiende el primer objetivo.

Gráfica 2
Desempeño comparado del crecimiento económico de México



NOTA: PIB per cápita en USD 2012 (actualización de 2005, EKS, PPP).

FUENTE: elaboración propia con datos de The Conference Board, en <www.conference-board.org/data>.

México ha tenido un desempeño notoriamente inferior al de Corea del Sur, país que apostó por la intervención estatal y la promoción de las exportaciones manufactureras con un fuerte contenido tecnológico y de innovación. También está por debajo de países de desarrollo similar como Grecia, Portugal y Turquía. En el periodo 1980-1990 México decreció 0.37 por ciento promedio anual, mientras que Corea del Sur creció 7.7 por ciento; para el periodo 1990-2000 el primer país creció 1.8 por ciento y el segundo 5.5 por ciento; para el periodo 2000-2012 el primero creció 0.9 por ciento y el segundo 3.5 por ciento; para el periodo 1980-2012 el primero creció 0.79 por ciento y el segundo 5.5 por ciento.

Actualmente, en 2012, el nivel de PIB per cápita de México es de 14 943 dólares, el de Corea, 32 954; Irlanda, 39 391; Grecia, 25 480; Portugal, 22 349, y Turquía, 13 380. El país parece estar convergiendo, pero con los países más pobres, reforzando su condición de subdesarrollo.



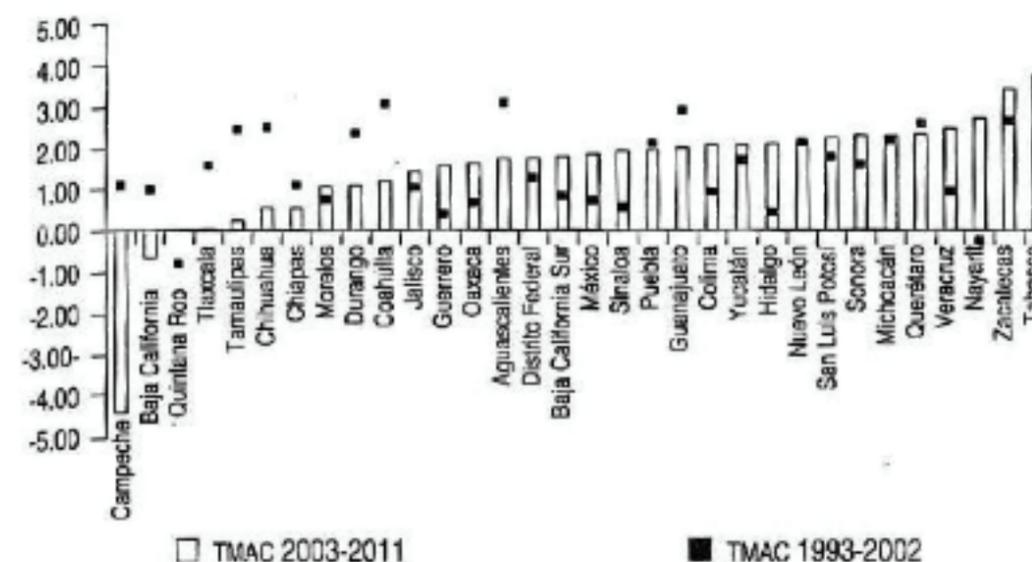
NOTA: PIB per cápita en USD 2012 (actualización de 2005, EKS PPP).

FUENTE: elaboración propia con datos de The Conference Board, en <www.conference-board.org/data>.

La baja tasa de crecimiento económico de la economía mexicana ha profundizado la diferencia en los niveles de ingreso per cápita con Estados Unidos; para el periodo 2000-2012 es en promedio de -70% y su tasa de crecimiento es apenas 0.23% superior a la de su socio comercial al norte del Río Bravo. En 1980 el PIB per cápita de México representaba 39.5% del estadounidense; para 1990, 30.4%; para 2000, 29.4%, y en 2012, 30.2 por ciento.

En lo que se refiere al crecimiento económico regional, se calcularon tasas medias anuales de crecimiento para dos periodos: 1993-2002 y 2003-2011. El primero usa datos deflactados a precios de 1993 y el segundo usa precios de 2003. En estricto sentido no son comparables, pero sirven para destacar la trayectoria de mediano plazo de las economías subnacionales en México.

Gráfica 4
Crecimiento económico regional en México, 1993-2002 y 2003-2011



FUENTE: elaboración propia con datos del INEGI y Conapo, en <www.inegi.gob.mx> y <www.conapo.gob.mx>.

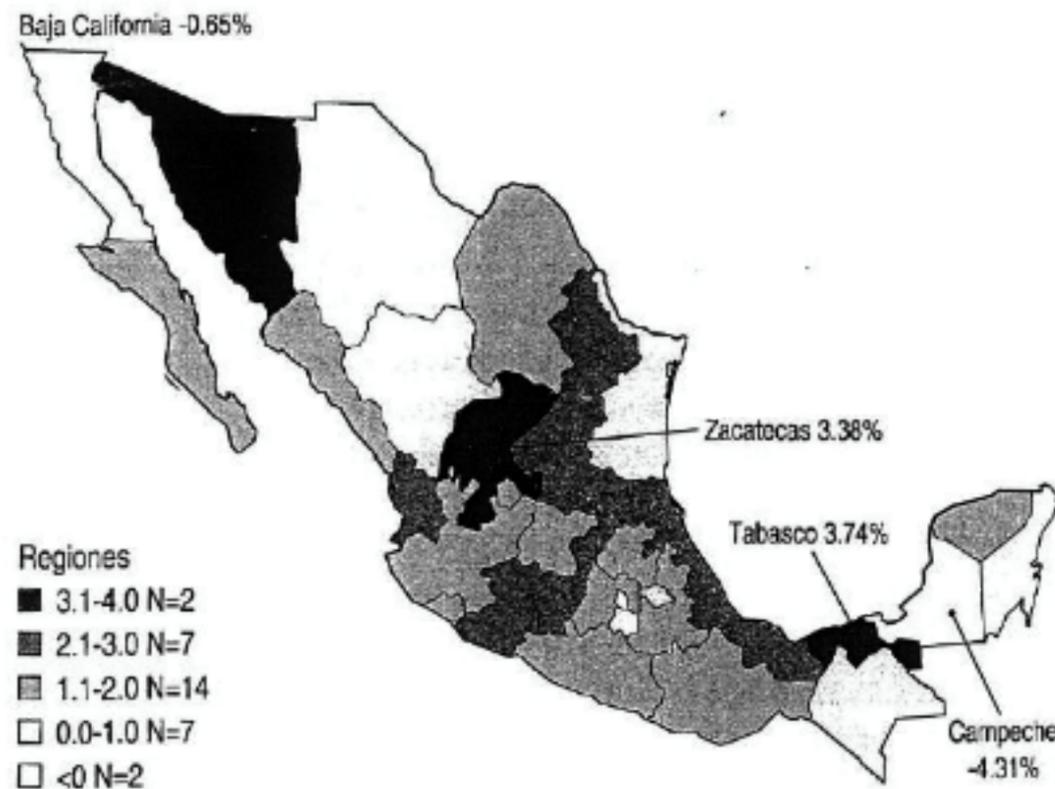
En lo que refiere al primer periodo, Quintana Roo y Nayarit decrecieron, mientras que Tabasco, Guerrero, Hidalgo, Sinaloa, Oaxaca, México, Morelos, Baja California Sur, Colima, Veracruz, Baja California, Jalisco, Campeche, Chiapas, Distrito Federal, Sonora, Yucatán y San Luis Potosí crecieron de forma insignificante; es decir, 21 de 32 entidades o 65% del total. Puebla, Nuevo León, Michoacán, Durango, Tamaulipas, Chihuahua, Querétaro, Zacatecas y Guanajuato lo hicieron de forma regular; es decir, 9 de 32 entidades o 28% del total. Coahuila y Aguascalientes lo hicieron de forma aceptable; es decir, 7% del total.

Durante el segundo periodo Campeche y Baja California decrecieron, mientras que Quintana Roo, Tlaxcala, Tamaulipas, Chihuahua, Chiapas, Morelos, Durango, Coahuila, Jalisco, Guerrero, Oaxaca, Aguascalientes, Distrito Federal, Baja California Sur, México, Sinaloa, Puebla, Guanajuato crecieron de forma insignificante; es decir, 20 de 32 entidades, 62% del total. Colima, Yucatán, Hidalgo, Nuevo León, San Luis Potosí, Sonora, Michoacán, Querétaro, Veracruz y Nayarit lo hicieron de forma regular; es decir, 10 de 32 enti-

dades, 31% del total. Solamente Zacatecas y Tabasco lo hicieron de manera destacada; es decir, 7% del total.

Adviértase cómo los estados que crecían más en el primer periodo no son aquellos que lo hacen en el segundo. Además, aunque se mantienen los porcentajes de mediocridad en el crecimiento económico regional, se alteraron los patrones representativos del mismo. También tiene que destacarse que 18 entidades mejoraron sus tasas de crecimiento económico (Morelos, Jalisco, Guerrero, Oaxaca, Distrito Federal, Baja California Sur, México, Sinaloa, Colima, Yucatán, Hidalgo, San Luis Potosí, Sonora, Michoacán, Veracruz, Nayarit, Zacatecas y Tabasco) y que el resto empeoró. Lo que se tiene es evidencia de un bajo crecimiento económico a escala regional, una alta volatilidad y desigualdad en el mismo.

Mapa 2
Geografía del crecimiento económico regional en México, 2003-2011



NOTA: el crecimiento promedio anual del PIB per cápita es usado para regionalizar.
FUENTE: elaboración propia con datos de INEGI y Conapo, en <www.inegi.gob.mx> y <www.conapo.gob.mx>.

Para terminar la sección, se comparó el nivel de ingreso promedio de las regiones mexicanas con el promedio de los países de la OCDE en 2011, así como la tasa de crecimiento económico promedio anual para el periodo 2003-2011, lo que permitió crear cuatro regiones. La región 1 agrupa a las entidades que crecen más que el promedio de la OCDE y tienen un nivel de ingreso por encima del promedio de la OCDE (ninguna entidad se instaló aquí). La región 2 agrupa a las entidades que crecen por debajo del promedio de la OCDE y tienen un nivel de ingreso por encima del promedio de la OCDE (nuevamente, ninguna entidad se clasificó aquí). La región 3 agrupa a las entidades que crecen por debajo del promedio de la OCDE y tienen un nivel de ingreso por debajo del promedio de la OCDE (grandes perdedoras, se clasificaron diez entidades, véase el mapa 3).

Mapa 3
Niveles de ingreso y crecimiento regional en México respecto al promedio de la OCDE

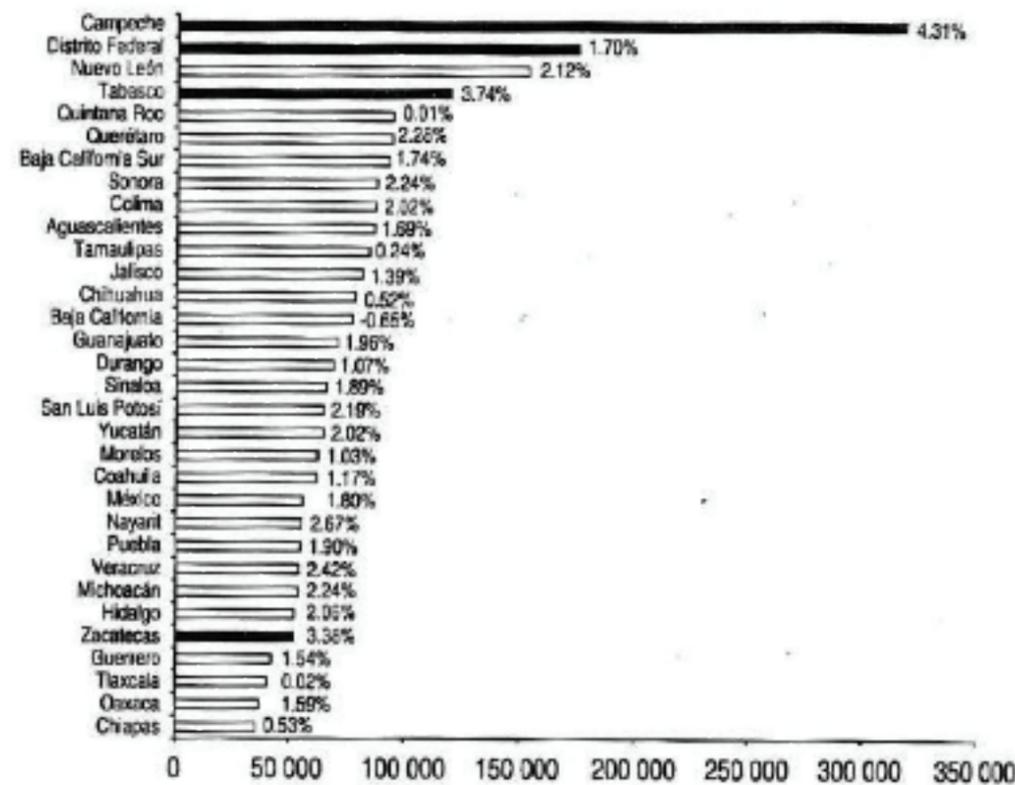


NOTA: la tasa media anual de crecimiento de la OCDE fue de 1.26 por ciento.
FUENTE: elaboración propia con datos de INEGI y Conapo, en <www.inegi.gob.mx> y <www.conapo.gob.mx>.

La región 4 agrupa a las entidades que crecen por encima del promedio de la OCDE y tienen un nivel de ingreso por debajo del promedio de la OCDE (rezagadas pero dinámicas, se clasificó aquí a 22 entidades). Usando estos criterios, destaca el subdesarrollo en materia de crecimiento que prevalece en México (véase la gráfica 5).

Gráfica 5

Niveles de ingreso per cápita en 2011 (2003=100) y crecimiento 2003-2011



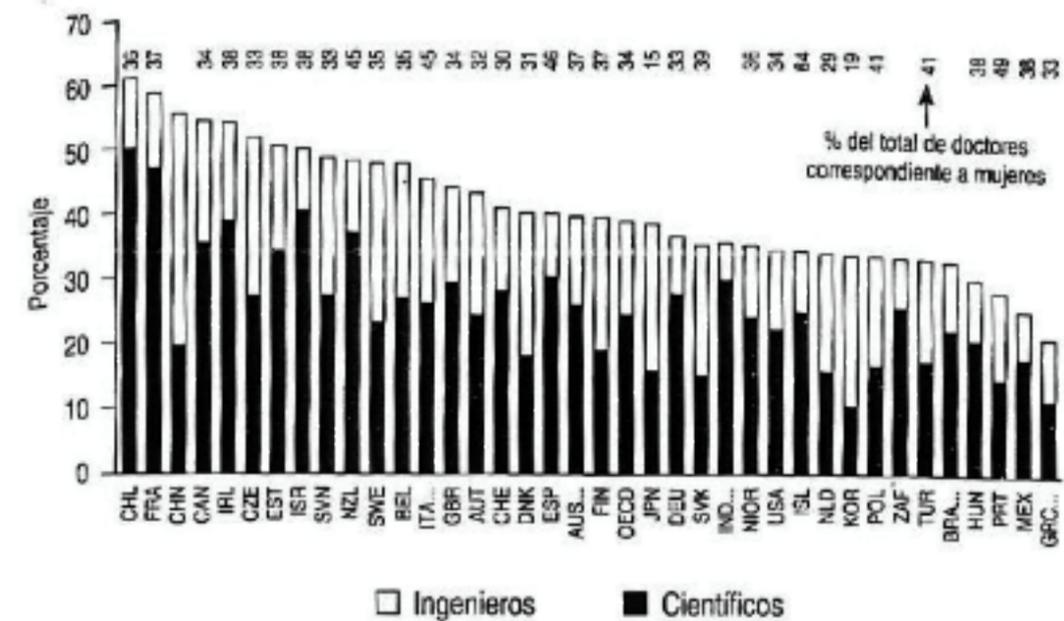
FUENTE: elaboración propia con datos de INEGI y Conapo, en <www.inegi.gob.mx> y <www.conapo.gob.mx>.

GEOGRAFÍA DEL (SUB)DESARROLLO DE CTI EN LAS REGIONES

El objetivo de esta sección es mostrar el estado de subdesarrollo científico, tecnológico y de innovación de la economía mexicana, además de presentar la desigual geografía de la producción en CTI. Para el primer caso se usan las estadísticas que proporciona la OCDE y, para el segundo, el índice construido por el Foro Consultivo, Científico y Tecnológico.

Gráfica 6

Graduados a nivel doctoral en ciencias e ingeniería, 2009

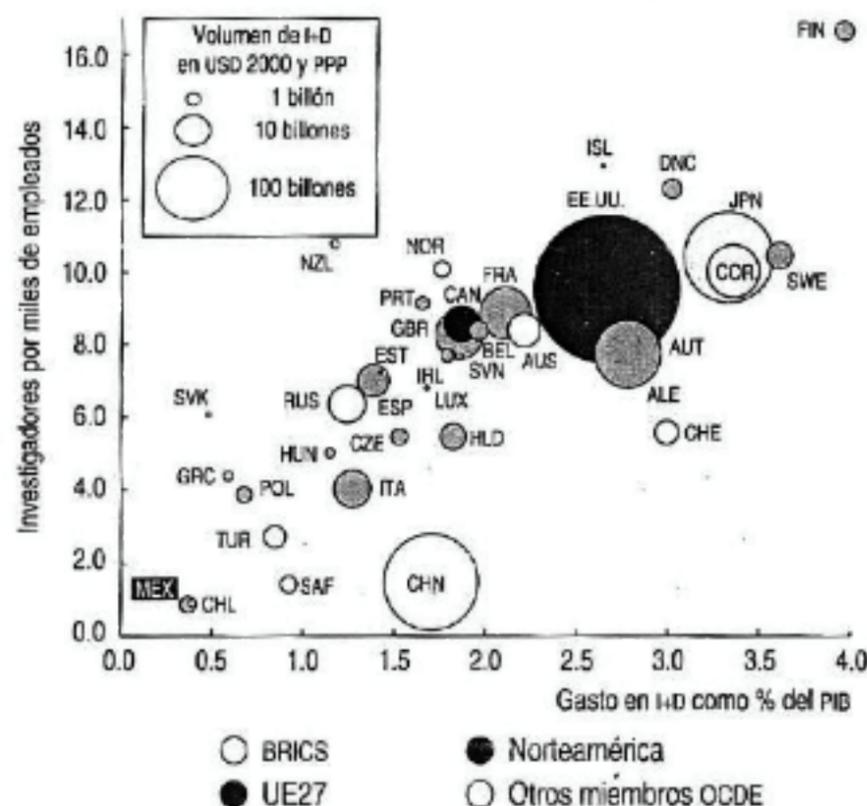


FUENTE: base de datos de educación de la OCDE, en <www.oecd.org>.

Como indicador de capacidad en CTI se utiliza, en primer lugar, el número de graduados de doctorado en áreas científicas y tecnológicas. Los resultados indican que México es el penúltimo en la lista de la OCDE, apenas por arriba de Grecia, muy lejano de países como China, Canadá y, en general, por debajo del promedio del organismo. En 2009, del total de doctores graduados, 18.1% fueron en ciencias, mientras que 7.4% fueron en ingeniería; en China, 19.7% fueron en ciencias y 35.7% en ingeniería. La gráfica 6 es una primera muestra de la brecha tecnológica que separa a México de los países líderes en la materia. Por cierto, en cuanto a género, siguen existiendo rezagos, ya que en promedio en la OCDE 34% de los doctores en ciencias e ingeniería son mujeres, México se sitúa ligeramente por arriba del promedio con 38 por ciento.

En segundo lugar, la incapacidad en CTI, se puede exhibir por medio del gasto en I+D y con el número de investigadores por cada mil empleados, información que aparece en la gráfica 7. En 2009, México, al igual que Chile, gastó cerca de 0.4% de su PIB en la creación de capacidades tecnológicas, y tenía 0.9 investigadores por cada mil em-

Gráfica 7
Esfuerzo en I+D, países seleccionados y regiones, 2009

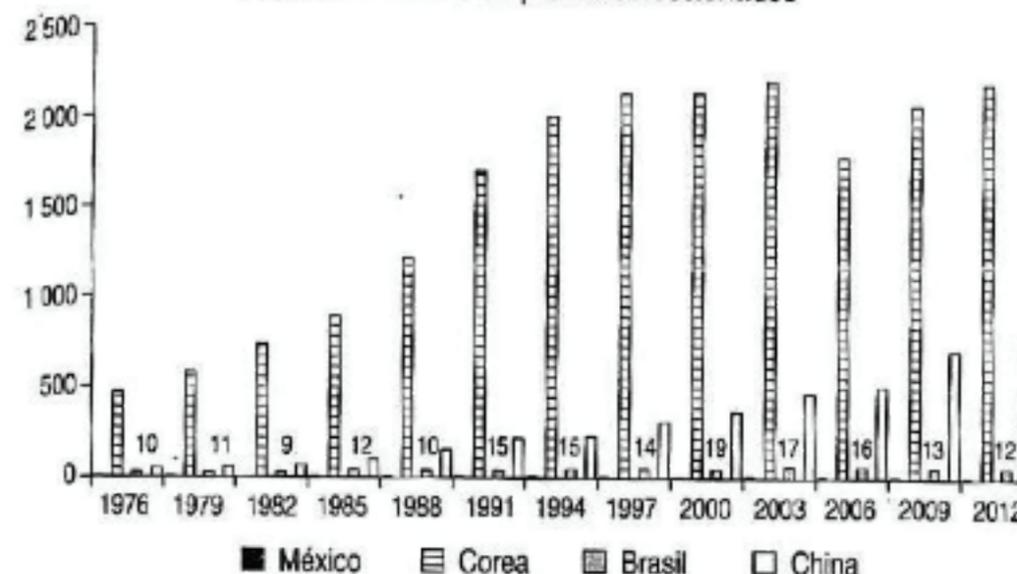


FUENTE: base de datos de ciencia y tecnología de la OCDE, en <www.oecd.org>.

pleados en la economía. En ese mismo año, México gastó un total de 4 367 millones de dólares; es decir, 1.4% de lo que en ese año gastó la economía estadounidense, 3.4% del gasto de los chinos, 3.8% de lo que gastaban los japoneses y 11% del gasto de los coreanos. México gasta poco en creación de capacidades tecnológicas y de innovación, y tiene pocas personas dedicadas a estas tareas, aun cuando, en términos de población y producción total, se ubica entre las 20 economías más grandes del planeta.

Como indicador de resultados en materia de CTI, se escogió el número de patentes triádicas, que "representan el número de patentes solicitadas simultáneamente en las oficinas más importantes del mundo: la estadounidense (USPTO), la europea (EPO) y la japonesa (JPO). El cómputo de las patentes triádicas atenúa la disparidad de interés para los análisis de patentamiento comparados" (CEPAL, 2008:26).

Gráfica 8
Patentes triádicas en países seleccionados



NOTA: los cuadros presentan el número de patentes triádicas en México.

FUENTE: elaboración propia a partir de la base de datos de ciencia y tecnología de la OCDE, en <www.oecd.org>.

En la gráfica 8 se observa que México incrementó el ritmo de patentamiento entre 2003 y 2006 para luego reducirlo a los niveles iniciales de la serie. México se mantiene muy por debajo del ritmo de patentamiento de Corea del Sur y China, que en un periodo corto de tiempo han logrado incrementar su actividad de registro de patentes en las tres oficinas. Incluso es rebasado en América Latina por Brasil, que para el periodo 1998-2010 realizó 48 patentes, lo que tampoco es una gran cifra, pero sí es muy superior al promedio de 14 de la economía mexicana. En la gráfica no aparece, pero Estados Unidos es líder en la materia, pues realizó en promedio 14 537 patentes —las patentes mexicanas representan el 0.0009% de este número. A la luz de los resultados, ¿puede alguien sugerir o afirmar que la política en materia CTI ha sido exitosa? Definitivamente no es posible, ya que el subdesarrollo en la materia es simplemente aterrador, dada la relevancia que se ha establecido de la CTI para el crecimiento económico y en consecuencia (como condición necesaria) del desarrollo.

Para el análisis regional de la CTI se decidió utilizar el Índice de Ciencia, Tecnología e Innovación 2011, publicado por el Foro Consul-

Mapa 4
Geografía del (sub)desarrollo mexicano en CTI



NOTA: entre paréntesis el valor del índice.

FUENTE: elaboración propia con información del Foro Consultivo Científico y Tecnológico de México (2011).

tivo Científico y Tecnológico.⁴ El índice "es una medida comparativa de la cantidad y calidad de recursos en CTI que cada estado posee" (FCCyT, 2011:11). El índice mide la CTI en diez dimensiones: 1) inversión para el desarrollo del capital humano, 2) infraestructura para la investigación, 3) inversión en CTI, 4) población con estudios profesionales y de posgrado, 5) formadores de recursos humanos, 6) pro-

⁴ Para el lector interesado, existen al menos otras dos opciones para informarse acerca del estado de la CTI en las entidades, una es el trabajo de Ruiz (2008) y otra el de la consultoría Aregional (2010).

ductividad innovadora, 7) infraestructura empresarial, 8) tecnologías de la información y comunicaciones, 9) entorno económico y social y 10) componente institucional.

El índice se compone de 43 variables con datos en su mayoría para el año 2010. Para construirlo se emplearon tanto estadísticas oficiales como encuestas aplicadas a especialistas en el tema para determinar los ponderadores asociados a cada variable. El índice, por la forma en la que fue construido, puede tomar el valor de 1, en cuyo caso se dice que la entidad concentra recursos; si el índice toma el valor de 0, entonces la entidad tiene recursos iguales a la media nacional; si el índice toma un valor menor que 1, pero mayor que 0, entonces la entidad tiene recursos por encima de la media nacional; si el índice es -1, entonces la entidad tiene carencia total de recursos; si el índice es menor que 0, pero mayor que -1, entonces la entidad tiene recursos por debajo de la media nacional.

En el mapa 4 se presenta la geografía de la CTI en México. Este mapa muestra que la desigualdad que prevalece es notoria: el Distrito Federal es la entidad que más recursos concentra, el valor de su índice es de 0.8961; después le siguen, a una distancia considerable, Nuevo León (0.3266), Morelos (0.2439), Jalisco (0.2433), Coahuila (0.1428) y Querétaro (0.1188). En la media nacional y dado que la media, como se ha visto en las anteriores páginas, es de subdesarrollo, se encuentran los estados de Baja California (0.0607), Guanajuato (0.0465), Chihuahua (0.0298), Estado de México (0.0178) y Baja California Sur (0.0091). Más subdesarrollados aún, por debajo de la media, los estados de Aguascalientes (-0.0374), San Luis Potosí (-0.0667), Puebla (-0.0795), Colima (-0.1019), Tamaulipas (-0.1071), Sinaloa (-0.1183), Michoacán (-0.1276), Yucatán (-0.1620), Sonora (-0.1947), Veracruz (-0.2088) y Nayarit (-0.2182). En el sótano del subdesarrollo en CTI se ubican los estados de Quintana Roo (-0.3082), Campeche (-0.3254), Hidalgo (-0.3556), Tlaxcala (-0.3642), Durango (-0.3860), Zacatecas (-0.4485), Tabasco (-0.5486), Chiapas (-0.5838), Oaxaca (-0.7654) y Guerrero (-0.8101).

El país cuenta con sendos extremos: por un lado, el Distrito Federal con una muy elevada concentración de recursos, y por otro, estados como Chiapas, Oaxaca, pero sobre todo Guerrero, los cuales prácticamen-

te carecen de recursos en CTI. Apenas 3.1% de las entidades cuenta con condiciones y posibilidades de desarrollo en el área. De hecho, 18%, si se suman los cinco estados que siguen al Distrito Federal; el restante 72% se encuentra en condiciones de grave subdesarrollo. Aunque aún no es la sección donde se explicará la relación entre la CTI y el crecimiento económico, podemos adelantar que el país no podrá crecer de forma sustentable y a tasas elevadas mientras no revierta esta situación. Una economía sustentada en el conocimiento es la clave de la prosperidad y México no presenta resultados satisfactorios en este renglón, por lo cual toda estrategia implementada en el pasado deja evidentes dudas, y cualquier propuesta presentada hoy en día por las autoridades debe ser vista con recelo y sentido crítico.

Con el fin de ampliar el diagnóstico regional y aprovechar la información del índice de CTI construido por el Foro Consultivo Científico y Tecnológico, en la tabla 1 se presentan los valores obtenidos por las seis entidades federativas "más exitosas" en cada uno de los diez componentes.

En aras de no hacer agotadora la explicación y dado que se sabe que una entidad (Distrito Federal) es con mucho la mejor clasificada, en lo que sigue se exponen sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, así como algunos datos básicos de CTI. Conocer a la "mejor" se plantea como una forma indirecta de conocerlas a todas.

En el caso del Distrito Federal, sus fortalezas están en el componente I (becas nacionales vigentes de Conacyt por cada mil estudiantes de posgrado en 2009) y en el componente III (presupuesto en CTI como porcentaje del presupuesto de todo el estado en 2010, así como pesos aportados por Conacyt por cada 100 mil pesos del PIB estatal acumulado, 2001-2006). Las oportunidades se encuentran en el componente VI (patentes otorgadas por cada millón de habitantes, 2008) y en el componente IV (población con estudios de posgrado por cada mil personas de la PEA, 2010; matrícula de posgrado afín a CTI por cada diez mil integrantes de la población total del estado, 2007-2008; matrícula de licenciatura afín a CTI por cada mil de la población total 2007-2008). Sus debilidades están en el componente V (personal docente de profesional técnico por alumnos en profesional técnico en la entidad, 2008-2009; personal docente de posgrado por alumnos de

posgrado en la entidad, 2008-2009) y en el componente VII (número de empresas manufactureras grandes que invierte en I+D por cada 100 unidades económicas, 2003). Su amenaza está en el componente II (participación porcentual en el total nacional de institutos tecnológicos, 2010).

En el caso del componente institucional, se realizó la ordenación en cuatro niveles y de ahí el cambio en los valores: 1) cuenta con todas las características que mide el componente; 2) cuenta con las características promedio (en promedio las entidades cuentan con tres de cuatro características), 3) cuenta con sólo dos características y 4) presenta dos características (pero no cuentan con Programa de CTI ni con Comisión Legislativa de CTI en el Congreso Estatal, lo que pondera a la baja el valor del componente en cada estado).

Algunos datos en CTI para el Distrito Federal son reveladores de su fortaleza relativa. Contaba en 2010 con 354 posgrados de excelencia; 12 614 becas vigentes para estudios de posgrado en 2009; 64 centros de investigación en 2010; 0.41% del presupuesto del estado se destinaba a CTI en 2010; 171 270 personas en 2010 contaban con estudios de posgrado; en 2011 contaba con 6 606 investigadores adscritos al sistema nacional; 81 patentes otorgadas en 2008; 233 patentes solicitadas en 2009; 257 empresas manufactureras grandes, en 2003, invertían en I+D en sus procesos productivos; 49% de las viviendas en 2010 contaba con computadora; 39% de las viviendas en 2010 contaba con acceso a internet; además, cuenta con una ley, programa y comisión legislativa de CTI.

RELACIÓN ENTRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO Y LA CTI

Esta sección se dedica a estudiar la relación que existe entre el crecimiento económico regional en México y el índice de CTI. Debido a la escasez de información, se cuenta con el índice para un solo año, se descartó la aplicación de métodos econométricos, dejando esta tarea para otro reporte, lo que implica construir un índice para varios años (lo que es posible, pero escapa al objetivo de este capítulo). En su lugar, se realizó una aproximación usando los datos disponibles,

Tabla 1
Valor de los componentes del índice de CTI de las seis entidades mejor clasificadas

Entidades	Componentes										
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Distrito Federal (0.8961)	1.000	1.000	0.5648	1.000	1.000	1.000	0.3910	1.000	1.000	1.000	1
Nuevo León (0.3266)	0.1674	0.1022	1.000	0.2517	-0.7203	0.5079	0.8358	0.5779	0.5433	0.5433	1
Morelos (0.2439)	-0.0082	0.0372	0.2849	-0.0557	0.7960	0.3452	-0.1059	0.2119	-0.0665	-0.0665	1
Jalisco (0.2433)	0.1957	0.1821	0.3213	0.0998	-0.2130	0.1064	0.1201	0.4185	0.2023	0.2023	1
Coahuila (0.1428)	0.0255	0.0184	0.0067	0.0260	-0.1793	0.0093	0.2578	0.2185	0.0431	0.0431	1
Querétaro (0.1188)	-0.2916	-0.3836	0.4457	0.0833	0.2476	0.4441	1.000	0.1966	-0.0564	-0.0564	-0.5

NOTA: I) Inversión para el desarrollo de capital humano; II) Infraestructura para la investigación; III) Inversión en CTI; IV) Población con estudios profesionales y de posgrado; V) Formadores de recursos humanos; VI) Productividad innovadora; VII) Infraestructura empresarial; VIII) Tecnologías de la información y comunicaciones; IX) Entorno económico y social; X) Componente institucional.

la teoría del crecimiento y la experiencia en la materia de un organismo como la OCDE.

Para la OCDE (2009:53), un factor que obstaculiza "el desempeño económico de México ha sido el limitado papel de la difusión y acumulación de conocimientos para aumentar la productividad. Esto es cierto no sólo para avanzar a sectores tecnológicamente más complejos, sino también para aplicar y desarrollar conocimiento relacionado con sectores más tradicionales como los que dominan la economía mexicana".

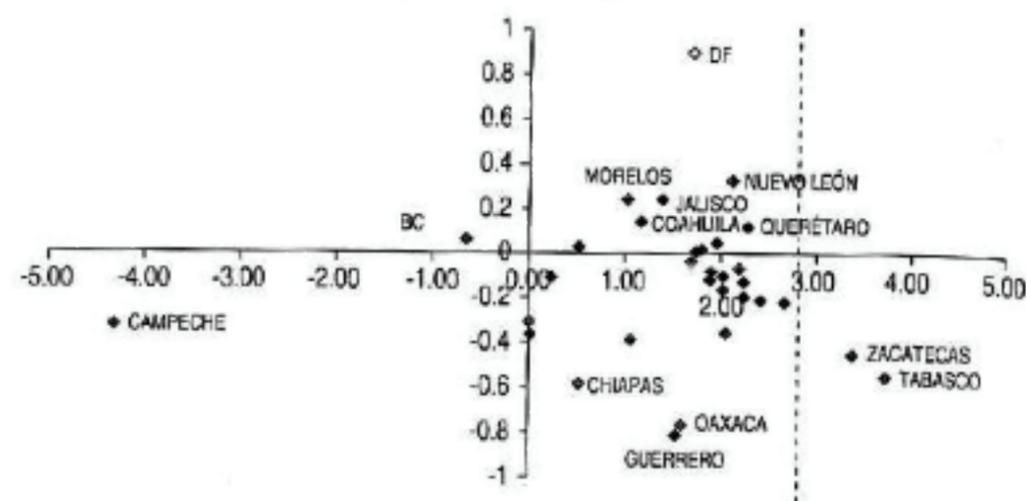
Como se ha expuesto en las secciones anteriores, México no crece a nivel nacional como debería (0.79 por ciento en promedio anual entre 1980 y 2012), lo que se corresponde con un subdesarrollo tecnológico (14 patentes triádicas generadas en promedio entre 1998 y 2010). A nivel estatal, se usaron dos periodos (1993-2002 y 2003-2011), en ambos sólo algunas entidades crecieron adecuadamente, además, las pocas que crecieron en el primer periodo no son las mismas del segundo, lo que refleja la ausencia de sustentabilidad y se relaciona con el subdesarrollo CTI generalizado.

Para aproximarse a la relación entre el crecimiento económico y la ausencia de cambio tecnológico regional, la gráfica 9 presenta el valor del índice de CTI para cada estado y su correspondiente tasa de crecimiento económico para el periodo 2003-2011. Primero, obsérvese que la mayoría de entidades crece por debajo de 3.0% en promedio anual, lo cual es evidencia de un bajo crecimiento económico. En segundo lugar, lo que se encuentra es que, con los datos utilizados por estado, no existe relación positiva o negativa entre las variables. La forma que adopta el diagrama de dispersión es la razón por la que se decidió no realizar pruebas econométricas.

Únicamente el Distrito Federal y Campeche parecen corresponder con la hipótesis según la cual el crecimiento económico responde positivamente al cambio tecnológico. Para un periodo tan corto, los determinantes de las variaciones del ingreso per cápita seguramente son distintos al índice de CTI; no obstante, enmarcado en una perspectiva de largo plazo, no debería negarse el papel del cambio tecnológico.

Zacatecas y Tabasco crecen en el periodo de forma notable, pero de acuerdo con el índice carecen casi totalmente de recursos en CTI,

Gráfica 9
Índice de CTI y crecimiento regional, 2003-2011



FUENTE: elaboración propia con información del Foro Consultivo Científico y Tecnológico de México (2011); INEGI y Conapo, en <www.inegi.gob.mx> y <www.conapo.gob.mx>.

¿implica esto que debemos rechazar la hipótesis? No, ya que si se recuerdan las tasas de crecimiento para el periodo 1993-2002 de esos estados, el primero creció 2.61% y el segundo 0.16%, lo que implica que su crecimiento reciente puede ser explicado por factores coyunturales como las remesas de los migrantes mexicanos en Estados Unidos, en el primer caso, y los ingresos petroleros en el segundo.

Finalmente, la gráfica destaca a los estados de Chiapas, Oaxaca y Guerrero porque son los peor clasificados en el índice de CTI (casi no cuentan con recursos). Entonces se esperaría que tales estados no crecieran. Esto es así en el caso de Chiapas, pero no tanto en los casos de Oaxaca y Guerrero, que crecen 1.59 y 1.54 por ciento respectivamente. En conclusión, no es posible descartar (ni aceptar) la hipótesis de investigación con esta muestra de datos regionales.

Sin embargo debe tenerse cuidado, ya que se ha demostrado que el país ha crecido muy poco en los últimos 30 años; además, al analizar las condiciones tecnológicas y de innovación, se encuentra que están totalmente subdesarrolladas. Por otra parte, existe evidencia histórica y teórica que destaca el papel del cambio tecnológico y la importancia de una economía basada en la creación y asimilación de conocimiento. Entonces, no resulta descabellado suponer que, si as-

pira a crecer de forma sostenida y a crear empleos e ingresos para toda la población, México necesita desarrollar sus capacidades en CTI, nacionales y regionales.⁵

De acuerdo con la OCDE (2009:55), “es ampliamente reconocido que la innovación es un factor clave que impulsa el crecimiento económico; de hecho, es responsable del aumento en los niveles de vida en la era moderna”. La OCDE (2009:56-57) ha identificado varias condiciones organizativas que dificultan la puesta en marcha de procesos de innovación generalizados en México: 1) beneficios no explotados de la integración de México en la economía global; 2) dificultades para obtener acceso a capital; 3) falta de competencia; 4) problemas que afectan los derechos de propiedad intelectual, las normas y la certificación de calidad; 5) barreras a la creación de empresas; 6) falta de instituciones intermediarias privadas; 7) deficiencias en las obras de infraestructura; 8) deficiencias en gobierno corporativo, y 9) la pobre calidad del capital humano, producto de un sistema educativo que se ha extendido en los últimos años, pero que en materia de resultados sigue estando notoriamente por debajo del promedio de la OCDE. El capital humano mexicano tiene problemas en su formación cuantitativa y cualitativa en todas las etapas de la educación, desde la enseñanza primaria hasta el aprendizaje durante toda la vida.

CONCLUSIONES

El capítulo ha demostrado, tanto de forma teórica y como empírica, que la CTI es vital para el crecimiento económico regional. Evidenció el bajo crecimiento económico que prevalece en el país desde hace 30 años y la forma en la que esto se correlaciona con el subdesarrollo tecnológico existente. En el nivel nacional, existen elementos para afirmar que podría elevarse la tasa de crecimiento si se fomenta el cambio tecnológico. En cambio, de manera regional, con los datos y el periodo utilizado, no existe suficiente evidencia de que el crecimiento se explique por el nivel de CTI. Lo que sí se logró fue exhibir una geo-

⁵ Existe una amplia literatura empírica sobre los determinantes del crecimiento económico en México. Para una síntesis de dichos trabajos refiérase a Sánchez (2011).

grafía desigual de la producción tecnológica, ya que únicamente seis entidades (Distrito Federal, Nuevo León, Morelos, Jalisco, Coahuila y Querétaro) tienen un nivel intermedio de recursos; el resto presenta graves carencias. A la luz de los hallazgos, es urgente convertir en prioridad nacional, de forma permanente, una política en CTI que permita que el cambio tecnológico se generalice en las regiones y conduzca a la economía mexicana a un círculo virtuoso de crecimiento y desarrollo.

MÁS ACCIONES Y MENOS DISCURSOS: POLÍTICA DE CTI Y CRECIMIENTO ECONÓMICO

Lejos de plantear una nueva estrategia de política científica, tecnológica y de innovación para México y sus regiones,⁶ esta sección tiene como finalidad destacar el problema que representa la implementación parcial de las ideas y discursos en la materia. México tiene una larga tradición en lo que se refiere a política científica, desafortunadamente ésta no se corresponde con buenos resultados. Acorde con el modelo teórico que se presentó en la primera sección, las autoridades —a lo largo del tiempo— han reconocido en los documentos oficiales la importancia de su actuación para la generación del cambio tecnológico y por esa vía del crecimiento, en unos periodos de la historia más que en otros, han estado conscientes de la necesidad de gastar, regular e incentivar en materia de CTI. Los hallazgos de este capítulo dejan ver que esto se ha quedado como buenos deseos y promesas.

El gobierno es una pieza clave, en sinergia con todos los actores e instituciones relacionadas con la política científica, la sociedad civil y la industria. Esto necesita reconocerse y asumirse plenamente por todos. Es posible que la razón por la cual México no ha logrado saltar

⁶ Esta tarea ha sido muy bien realizada por una larga lista de autores, de hecho, en otros capítulos de este libro. Para el lector ocupado en esta actividad se recomienda revisar la página web del Foro Consultivo Científico y Tecnológico y descargar los documentos: "Ciencia, tecnología e innovación en México: Hacia una política de Estado" e "Ideas centrales para sentar los pilares del diseño del PECTI 2012-2037".

tecnológicamente, y superar su estatus de nación importadora y ensambladora de tecnología, radique en su economía política. La clase dirigente vive cómoda con la situación y la inmensa mayoría de la población sigue desconociendo la trascendencia de la CTI para sus vidas. Los que sí lo saben son los menos y las instituciones políticas, pero la estructura de incentivos juega en su contra, perpetuando la dependencia. La economía se ha sostenido gracias a la explotación de recursos naturales (particularmente el petróleo), la búsqueda de rentas y la negociación de conflictos; aunque se reconoce en los discursos la importancia de la CTI, en los hechos se sigue despreciando.

No se trata tampoco de declarar un fracaso absoluto de la política de CTI, porque la realidad es más compleja; se debe reconocer que el gobierno sí ha invertido en la ciencia para resolver los problemas sociales, económicos y culturales que se enfrentan, pero el porcentaje del PIB que le ha dedicado —como se expuso— es tremendamente bajo (0.39%). En virtud de este reconocimiento, se puede apreciar la actuación de instituciones como el Conacyt, la Secretaría de Educación Pública, el Sistema Nacional de Investigadores, las universidades públicas y privadas y los centros de investigación. Sin embargo, lo que se enfatiza es que todavía falta mucho para superar la dependencia y el notable subdesarrollo tecnológico nacional.

Un ejemplo. México tenía, a finales de los años cincuenta, un ingreso per cápita del doble de Corea del Sur, hoy en día la relación se ha invertido, lo cual se explica por la decidida intervención del gobierno coreano en la promoción del cambio tecnológico, así como el establecimiento de una estrategia de Estado en materia industrial y tecnológica. Corea dejó el subdesarrollo gracias al fomento en CTI, mientras que México descuidó en los hechos, durante muchos años, este tema; cuando finalmente lo puso sobre la mesa, fue únicamente con carácter de discurso y tímidas medidas, de aquí su permanencia en el subdesarrollo. México está atrapado en la decadencia, no crece porque no toma en serio la CTI, pero no tiene desarrollo en CTI porque no crece. Lo que se propone es que finalmente se tome como prioridad nacional la CTI, con una medida permanente y con una visión de largo plazo, como una política de Estado; solamente así crecerá de forma sostenida.

En el pasado, cuando hubo una decidida intervención del gobierno en la economía (1934-1980), se creyó que el desarrollo tecnológico era consecuencia del desarrollo industrial; la tecnología se concibió como un problema de crecimiento y modernización de la industria. Después, desde 1980 hasta el año 2000, se descuidó tanto la política industrial como la tecnológica; los únicos instrumentos considerados seriamente fueron la apertura económica, la privatización, la desregulación y la atracción de inversión extranjera directa.⁷ Con la transición de 2000 se prometieron cambios, pero tampoco se vieron reflejados. Para el año 2013, el nuevo gobierno federal prometió una acción más decidida, pero la historia da razones de peso para dudar. El panorama que se visualiza para los próximos años es de más discursos y menos acciones.

Uno de los mayores inhibidores de la política de CTI es la falta de continuidad, como mencionan Tshipamba y Rubio (2010:281), “[...] en el caso de México se sabe que generalmente cuando hay cambio de gobierno federal cada sexenio se produce también un cambio en la Dirección General del Conacyt, con todas las críticas que tal práctica puede suscitar cuando se defiende la política de Estado, no una política de gobierno en materia de ciencia y tecnología”. Este problema, por cierto no exclusivo de la política CTI, tiene que ver con una falla estructural del gobierno, de aquí las dudas que muchos economistas ortodoxos educados en el liberalismo tienen acerca de la intervención pública.

Para remarcar la brecha existente entre discursos y acciones, se toma el trabajo de Vergara (2012:74), quien escribe:

Durante 1970, el Instituto Nacional de la Investigación Científica realizó un diagnóstico sobre la situación del país en materia tecnológica, observando que mantenía un alto nivel de dependencia tecnológica, escasez de recursos humanos, limitado apoyo financiero, y una reducida vinculación entre el sistema científico y tecnológico y la educación superior, así como poca participación del sector privado y la inexistencia de un organismo capacitado para la planeación, coor-

⁷ De manera formal, fue hasta el Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico (1984-1988) que la CTI tuvo un apartado en el Plan Nacional de Desarrollo.

dinación y fomento de la investigación científica y tecnológica. [...] Con el propósito de superar el atraso científico, la dependencia tecnológica y cultural y la insuficiente integración del sistema científico y tecnológico nacional, se llegó a la conclusión de la necesidad de impulsar un esfuerzo planificado, a largo plazo, donde participara el Estado, las instituciones del sistema y de las dedicadas a la enseñanza superior y el sector productivo, por lo cual, en 1971 se creó el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).

El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (los apartados III.1, III.2 y VI.3) plantea las mismas metas, hace el mismo diagnóstico; esto pone en evidencia, sin necesidad de mayores argumentos, que persiste la demagogia y la simulación, verdaderos enemigos del progreso de México. Ideas planteadas inteligentemente para impulsar el cambio tecnológico y crecimiento existen, lo que no se encuentra es la voluntad para hacerlas operativas. Se espera que en el futuro las investigaciones académicas en México se dediquen a estudiar la forma de hacer más exitosas a las políticas científico-tecnológicas, y no como ahora, que se dedican a resaltar sus fallas y virtual ausencia. Es tiempo de pasar de los discursos a las acciones para un México próspero.

BIBLIOGRAFÍA

- AGHION, Philippe y Peter HOWITT (1992), “A Model of Growth Through Creative Destruction”, en *Econometrica*, vol. 60, núm. 2, pp. 323-351.
- AREGIONAL (2010), *Índice de innovación estatal (I²E)*, 2010, serie Innovación Regional, año 10, núm. 31.
- ARROW, Kenneth (1962), “The Economic Implications of Learning by Doing”, en *Review of Economic Studies*, vol. 29, núm. 3, pp. 155-173.
- COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL) (2008), *Espacios iberoamericanos. La economía del conocimiento*, Santiago de Chile, CEPAL.
- CRAFTS, Nicholas (2003), “Quantifying the Contribution of Technological Change to Economic Growth in Different Eras: A

- Review of the Evidence", en *Working Paper London School of Economics*, núm. 79.
- FORO CONSULTIVO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO (FCCYT) (2011), *Ranking nacional de ciencia, tecnología e innovación*, México, FCCYT.
- GROSSMAN, Gene y Elhanan HELPMAN (1991), *Innovation and Growth in the Global Economy*, Cambridge, MIT Press.
- HARROD, Roy (1939), "An Essay in Dynamic Theory", en *The Economic Journal*, vol. 49, núm. 193, pp. 14-33.
- HELPMAN, Elhanan (2007), *El misterio del crecimiento económico*, Barcelona, Antoni Bosch.
- KUZNETS, Simon (1966), *Modern Economic Growth: Rate, Structure, and Spread*, New Haven, Yale University Press.
- LANDES, David (1969), *The Unbound Prometheus: Technological Change, and Industrial Development in Western Europe from 1750 to the Present*, Londres, Cambridge University Press.
- LÓPEZ, Luis y Luis LORÍA (1999), "Productividad, tecnología y crecimiento económico: una revisión crítica de trabajos empíricos recientes", disponible en <<http://www.incae.edu/ES/clacds/publicaciones/pdf/cen1802.pdf>>, consultado el 5 de julio de 2013.
- LUCAS, Robert (1988), "On the Mechanics of Economic Development", en *Journal of Monetary Economics*, vol. 22, núm. 1, pp. 3-42.
- MENDOZA, Eduardo; Víctor TORRES y Mayrén POLANCO (2008), "Desigualdad del crecimiento económico regional e innovación tecnológica en México", en *Comercio Exterior*, vol. 58, núm. 7, pp. 507-521.
- MOKYR, Joel (1990), *The Lever of Riches: Technological Creativity and Economic Progress*, Londres, Oxford University Press.
- ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS (OCDE) (2009), *Estudios de la OCDE de innovación regional. 15 estados mexicanos*, París, OCDE.
- PADILLA, Ricardo y María de la Paz GUZMÁN (2010), "Productividad total de los factores y crecimiento manufacturero en México: un análisis regional, 1993-2007", en *Análisis Económico*, vol. 25, núm. 59, pp. 155-178.

- RIVAS-ACEVES, Salvador (2012), "El cambio tecnológico generado por el gobierno: un modelo de crecimiento endógeno", en *Equilibrio Económico*, vol. 8, núm. 33, pp. 5-30.
- ROMER, Paul (1986), "Increasing Returns and Long-Run Growth", en *Journal of Political Economy*, vol. 94, núm. 5, pp. 1002-1037.
- (1990), "Endogenous Technological Change", en *Journal of Political Economy*, vol. 98, núm. 5, pp. 71-102.
- ROSENBERG, Nathan (1982), *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Londres, Cambridge University Press.
- RUIZ, Clemente (2008), "México: geografía económica de la innovación", en *Comercio Exterior*, vol. 58, núm. 11, pp. 756-768.
- SÁNCHEZ, Carlos y Humberto RÍOS (2011), "La economía del conocimiento como base del crecimiento económico en México", en *Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, vol. 8, núm. 2, pp. 43-60.
- SÁNCHEZ, Isaac (2011), *Insuficiencia dinámica manufacturera y estancamiento económico en México, 1982-2010. Análisis y recomendaciones de política*, Ciudad Juárez, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, disponible en <http://works.bepress.com/isaac_sanchez_juarez/1/>.
- SHELL, Karl (1967), "A Model of Inventive Activity and Capital Accumulation", en Karl Shell (ed.), *Essays on Theory of Optimal Economic Growth*, Cambridge, The MIT Press, pp. 67-85.
- SOLOW, Robert (1956), "A Contribution to the Theory of Economic Growth", en *Quarterly Journal of Economics*, vol. 70, núm. 1, pp. 65-94.
- (1957), "Technical Change and the Aggregate Production Function", en *Review of Economics and Statistics*, vol. 39, núm. 3, pp. 312-320.
- TSHIPAMBA, Ntumbua y Julio RUBIO (2010), "Las instituciones de la política científica en México", en Santos López y Leonel Corona (coords.), *Gestión y políticas del conocimiento y la innovación. Experiencias internacionales*, Culiacán, México, Universidad Autónoma de Sinaloa, pp. 277-291.

- UZAWA, Hirofumi (1965), "Optimum Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth", en *International Economic Review*, vol. 6, núm. 1, pp. 18-31.
- VAN ARK, Bart; Simon KUIPERS y Gerard KUPER (eds.) (2000), *Productivity, Technology, and Economic Growth*, Boston, Kluwer Academic Publishers.
- VERGARA, Delia (2012), *Política tecnológica en México. La industria de los plásticos*, México, Instituto de Investigaciones Económicas-UNAM.
- WARSH, David (2006), *El conocimiento y la riqueza de las naciones. El enigma del crecimiento económico, su historia y su explicación moderna*, Barcelona, Antoni Bosch.

9. Evolución económica global y su impacto en la producción de cuatro zonas metropolitanas de Baja California y Chihuahua. Primera década del siglo XXI

Arturo Ranfla González*

José Luis Bátiz López**

INTRODUCCIÓN

Desde la década de 1980, el rápido proceso de globalización implicó transformaciones en la producción y circulación de bienes y servicios que afectaron a la mayoría de los países del mundo. Estas transformaciones, en México, impactaron particularmente la estructura y dinámica socioeconómica de la frontera norte, que experimentó una inserción importante en las redes globales de producción, especializándose en actividades de subcontratación inter e intrafirma (Dávila, 2004; Mejía y Campos, 2011; Germán-Soto y Escobedo, 2011). En esta región se produjo un crecimiento demográfico propiciado por el desarrollo de diversos centros urbanos en los que tuvo lugar un aumento de su aglomeración productiva (Mendoza, 2006). En la década de los noventa, las principales localidades de la frontera norte se convirtieron en centros prominentes de actividad industrial a nivel nacional (Cabrero, 2012; IMCO, 2012).

Este nuevo contexto mundial propició reflexiones e introdujo cambios entre los objetos de estudio y los métodos de análisis practicados por la teoría económica y la geografía (Dicken, 2007), elementos que adoptaremos en este estudio. En particular, nos remitimos a Alain Liepetz y George Benko, quienes señalan al enfoque global como pro-

* Instituto de Investigaciones Sociales de la Universidad Autónoma de Baja California (aranfla@uabc.edu.mx).

** Facultad de Ciencias Sociales y Políticas e Instituto de Investigaciones Sociales de la Universidad Autónoma de Baja California (josc.batiz@uabc.edu.mx).

ducto del interregionalismo, cuya implicación da un nuevo giro en la manera de abordar la división interregional e internacional del trabajo y las condiciones de desarrollo endógeno-local (Benko y Lipietz, 1992, y Lipietz, 1993).

La geografía económica evolutiva constituye un nuevo paradigma en la geografía económica, que ha venido desarrollándose sin aislarse de otros enfoques. La investigación en este marco general propone, a partir de la coevolución de empresas, industrias y redes en el espacio, analizar las diferencias geográficas en los procesos de producción derivadas de las modificaciones de la organización económica y de las relaciones de estructuración regional (Boschma y Frenken, 2006a).

Por su parte, Lara (2007), a partir del enfoque económico evolutivo, exploró el desarrollo regional de la frontera norte de México, identificando los aspectos relevantes de los procesos económicos y de innovación. En particular planteó la coevolución de las empresas, maquiladoras e instituciones en las regiones de esta parte del país; el propósito principal fue explorar una nueva forma de leer a la industria maquiladora de exportación localizada en México. A través de una alternativa a la teoría ortodoxa, hace factible un análisis congruente con otros campos disciplinarios, y capta mayores detalles sobre la estructura de la realidad que tiene la región (Lara, 2007:45). Otro especialista destacó cómo la evolución de los productos, la tecnología y las mejoras organizacionales de las empresas de la región dan mayor autonomía a las mismas (Carrillo *et al.*, 2012).

En virtud de lo anterior, se propone analizar la evolución económica de las entidades de Baja California y Chihuahua, que fortalecieron el desarrollo de sus cuatro zonas metropolitanas (Mexicali, Tijuana, Ciudad Juárez y Chihuahua). Estos cambios de carácter geográfico y económico se consolidaron históricamente y se estructuraron en forma dinámica a las firmas y a las industrias locales ligadas a la economía global. La hipótesis principal establece que los cambios organizacionales de las firmas en ésta han profundizado las diferencias económicas y territoriales en la frontera norte de México. Por estas razones, el objeto de este trabajo es explorar la información disponible para analizar la coevolución en las firmas, industrias y redes en el espacio (Ter Wal y Boschma, 2011) de las dos entidades. En particular, se examina

cómo las firmas han modificado sus niveles de agregación en grados intermedios relevantes de la industria, teniendo lugar acciones de competitividad y de redes en los procesos de producción e intercambio, producto del conocimiento. Los cambios espaciales tienen lugar a su vez en los niveles de ciudad, regiones y países, destacando en términos de su composición sectorial, su posición en las redes espaciales y sus cambios estructurales en el tiempo (Castell, 1996, en Boschma y Frenken, 2006b).

La investigación se desarrolla en cinco secciones: en la primera sección se ubica el análisis económico regional y urbano que considera el intercambio entre México y Estados Unidos; en la segunda sección se evalúa la dinámica y especialización de las cuatro zonas metropolitanas; en una tercera sección se describen los resultados de competitividad metropolitana; la cuarta sección corresponde al desarrollo de la subcontratación como factor determinante para explorar los cambios en la industria en función de disponibilidad, y en la organización de la evolución económica reciente de las empresas; por último, la quinta sección describe la evolución y organización industrial de los espacios estudiados en virtud de los cambios en la economía global durante la primera década de este siglo.

LA DINÁMICA ECONÓMICA EVOLUTIVA DE LOS ESTADOS DE BAJA CALIFORNIA Y CHIHUAHUA Y DE LAS ZONAS METROPOLITANAS DE MEXICALI, TIJUANA, CIUDAD JUÁREZ Y CHIHUAHUA EN LA ÚLTIMA DÉCADA

La economía mexicana experimentó una evolución, en términos históricos, durante el siglo XX: transitó de un proceso dominado por la sobreprotección a una reorientación de escala global impulsada desde la década de 1980, la cual modificó de manera significativa su evolución económica. Este cambio en la dinámica económica de México se alimentó de un proceso continuo de reformas en los instrumentos del marco económico del país basado en la apertura de los mercados y en los intentos de inserción a los procesos de producción global (Clavijo, 1984; OCDE, 2012).

En los niveles regional y local, los cambios tuvieron un impacto territorial sobre las variables demográficas, económicas y de organización empresarial (Porter, 2000); de esta forma se estructuraron procesos de globalización económica y mostraron la importancia de las redes geográficas en el funcionamiento económico global (Hess y Wai-Chung, 2006). Con el tiempo, cada región y localidad experimentó cambios en relación con las estructuras demográfica, económica y social, en respuesta a la evolución de la economía global, el transporte y las telecomunicaciones (Hesse y Rodrigue, 2006), siendo fundamentales en la producción y en la distribución económica actual.

Esta sección hace un análisis regional y local de la economía en dos entidades de la frontera norte de México: Chihuahua y Baja California. Asimismo, se examinan sus cuatro zonas metropolitanas, localizadas en sus respectivos territorios, donde las dimensiones geográficas del territorio y de su concentración de población experimentaron una evolución, producto de su localización y posterior expansión de sus actividades.

Es posible identificar tres periodos de su desarrollo económico, estrechamente marcados por la industria manufacturera: *a*) desarrollo estabilizador (1965-1983), *b*) cambios institucionales e impulso de integración a la economía global (1984-1994) y *c*) integración formal de la globalización económica con la firma del TLCAN (1994-2012). De este último periodo se analizaron aspectos de la evolución en las actividades económicas y se identificaron aspectos económicos y geográficos con el interés de avanzar en la exploración de las economías regionales, en función de la tecnología, la organización y los territorios que han sido ejemplos relevantes de regiones y localidades integradas en la economía global (Storper, 1997).

En el caso de la frontera norte de México, es una región nacional sustentada en la maquila de exportación, que dio lugar en la última década a una dinámica demográfica y económica de reciente desarrollo y cuyas concentraciones fronterizas más amplias experimentaron procesos de cambio desde la segunda mitad del siglo XIX. En el primer aspecto cabe destacar que en los noventa, en algunas actividades manufactureras de la frontera de México con Estados Unidos, se desarrollaron actividades productivas y tecnológicas orientadas hacia productos

más complejos y actividades de mayor contenido tecnológico (Dúrenit y Vera-Cruz, 2007). En cuanto al segundo aspecto, cabe destacar que el ferrocarril integró territorialmente a ambos países y que la generalización de vías terrestres impulsó los centros localizados en la línea fronteriza, cuyo desarrollo ha sido importante para todo el país.

Las relaciones recientes entre las economías de México y Estados Unidos luego de la liberalización económica

Después de la firma del TLCAN en 1994, las dinámicas del Producto Interno Bruto (PIB) de México y Estados Unidos (EEUU) estuvieron marcadas por la inestabilidad económica interna de México en 1994, las crisis financieras de Asia entre 1997 y 1998, y la crisis de las telecomunicaciones en 2001, la cual reapareció como burbuja inmobiliaria en condiciones aún más extremas en 2008-2009. En general, en el periodo 1994-2012 es posible identificar el impacto diferenciado del TLCAN: por un lado encontramos la recuperación y el crecimiento de la economía mexicana en el periodo 1994-2000 y, por el otro, en el periodo 2001-2012, se observa la caída de la economía de Estados Unidos, que tuvo un fuerte impacto en la economía mexicana y la cual se mantuvo por debajo de la de Estados Unidos en prácticamente todos esos años.

En la gráfica 1, es posible identificar tres aspectos clave de la trayectoria del PIB entre los dos países: *i*) las características de los momentos clave del periodo hacia el año 1995, cuando México tuvo una reducción de -6.2; *ii*) un crecimiento en proporciones estables en Estados Unidos entre 1993 y 2000, y una disminución en sus tasas, que se mantuvo en la mayor parte del periodo 2001-2012, y *iii*) una leve estabilidad de México en 2012, año en que Estados Unidos experimentó un pequeño crecimiento.

Este comportamiento del crecimiento económico en los dos países es resultado histórico de la brecha económica en términos porcentuales —que en México no se redujo después de 17 años de libre comercio— y de la brecha de ingresos en términos absolutos, que es ahora más grande. Además, puesto que la crisis financiera internacio-



FUENTE: elaboración propia con datos de Banco de México (2013) y Economagic (2013a).

nal de 2008-2009 afectó a México de manera más negativa que a cualquier otro país en el hemisferio occidental, la brecha entre México y Estados Unidos se incrementó aún más en los últimos años (Blecker y Esquivel, 2013).

A partir de esta dinámica general se deben considerar tres aspectos clave: las relaciones de comercio, los flujos de inversión extranjera directa (IED) y el impacto en el empleo en las manufacturas.

En relación con el comercio entre los dos países, hay un aspecto que provocó que las proporciones de intercambio de los dos países experimentaran un cambio significativo: el ingreso de China al comercio con los dos países, el cual fue impulsado por el ingreso de China a la Organización Mundial de Comercio (OMC) en 2001, y por su emergencia como fábrica global de electrónicos, lo cual la convirtió en el mayor exportador de estos productos en 2004, superando así a Estados Unidos (Ernst, 2010). Este crecimiento tan intenso tuvo un impacto significativo entre 1993-2010, ya que las importaciones efectuadas por Estados Unidos procedentes de China pasaron de 5.9% a 23.2%, y las de México, pasaron de 0.6% a 15.3% del total. Esto implica, por un lado, que China desplazó las exportaciones mexicanas a Estados

Unidos, y por otro, que las exportaciones de bienes chinos a México se destinaron también a plantas maquiladoras.

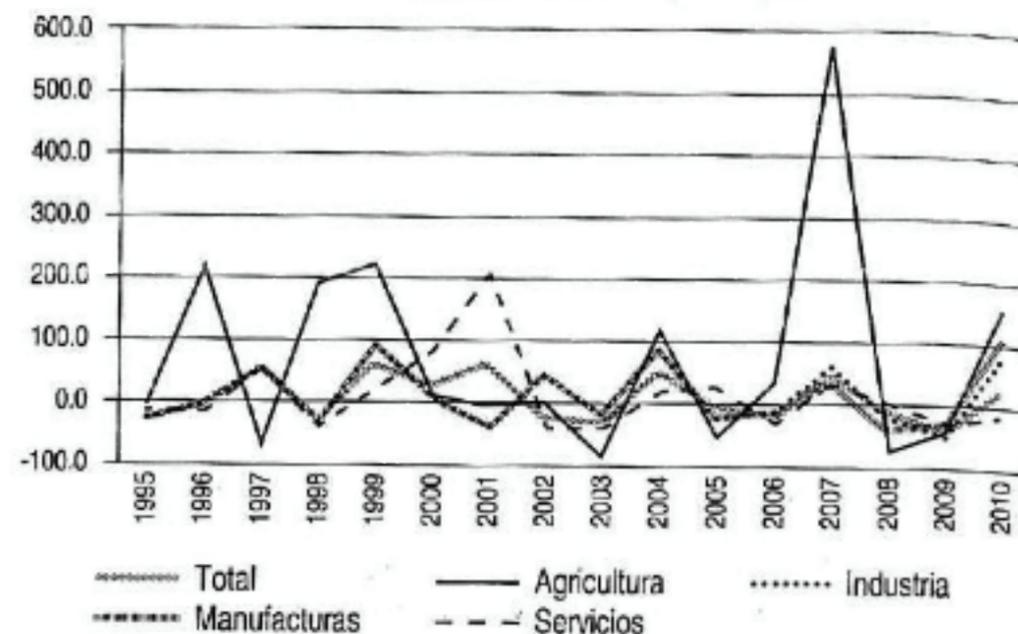
El segundo aspecto central es la IED, que registró un porcentaje creciente en la primera parte del TLCAN: 3% al final de la década de 1990 y cerca de 5.0% en 2001 —principalmente por la compra que hizo Citibank del Banco de México (Blecker y Esquivel, 2013). A partir de este momento, la IED se redujo por debajo de 2% en la recesión 2009-2010, de tal manera que estos recursos contribuyeron a reducir relativamente las importaciones y los productos de México en el mercado de Estados Unidos.

Otro aspecto relevante fue la dinámica de los sectores a los que se dirigió la IED, pues originó cambios importantes en la economía nacional, debido al impacto en la base económica de la evolución tecnológica y en la competitividad. En relación con tal dinámica, se puede observar (en la gráfica 2) la participación de la agricultura respecto del total de IED, así como su volatilidad en números. La IED superó el ritmo de crecimiento experimentado por el intercambio comercial durante el periodo. Destaca la IED del sector manufacturero (47.9%) y la de los servicios (46.3%). Las diferencias en relación con el periodo son variadas y confirman la evolución positiva del sector manufacturero y la presencia importante que experimentó el sector terciario en la medida que avanzó el proceso de globalización económica.

De acuerdo con López (2011), la liberalización de la IED fue más importante que la comercial, lo que coincide con resultados similares en otros países. Además, se confirma la importancia de la liberalización en las actividades de exportación que se desarrollaron recientemente en el país y explica el fortalecimiento regional experimentado en la frontera norte de México durante este periodo.

Con la firma del TLCAN, Baja California y Chihuahua lograron aumentar el comercio exterior y atraer flujos de IED que tuvieron impacto en el desarrollo de manufacturas y los servicios en la región, transformando sus bases económicas y fortaleciendo su crecimiento urbano. Se destaca esta relación porque la mayor parte de la población de ambos estados se concentra en dos zonas metropolitanas. En 1990, 84.3% de la población total de Baja California se concentró en Tijuana (48.1%) y en Mexicali (36.2%). Para el mismo año, 55.3%

Gráfica 2
Tasa de crecimiento: IED de México, 1994-2010



FUENTE: Banco de México (2011).

de la población total de Chihuahua se concentraba en Chihuahua (22.6%) y en Ciudad Juárez (32.7%). En 2010, el total de la población de la zona metropolitana de Baja California fue de 85.2%, distribuida en Tijuana (55.5%) y en Mexicali (29.6%).

En Chihuahua, de su total de población, las zonas metropolitanas concentraron 64.1%, que se distribuyó en 25% en Chihuahua y 39.1% en Ciudad Juárez. El análisis dinámico de la distribución de la población pone de manifiesto, para el periodo 1990-2010, dos subperiodos de crecimiento de población en las zonas metropolitanas estrechamente ligado a la dinámica económica. En el primer subperiodo (1990-2010) hay una continuidad del proceso de crecimiento demográfico en la frontera; sin embargo, a partir del año 2000 las tasas respondieron al impacto económico financiero de Estados Unidos y a la baja posterior de las actividades económicas, lo que provocó un crecimiento demográfico más reducido, dada la caída de la movilidad demográfica.

El resultado fue la reducción del crecimiento demográfico en ambas entidades, particularmente de sus zonas metropolitanas; en Baja Cali-

fornia pasaron de una TCMA en la entidad de 4.7% en 1990-2005; a una tasa de 2% en 2005-2010. En Chihuahua transitaron de 2.6% a 0.9%, respectivamente. Estas cifras dimensionan, en el nivel geográfico, la articulación de la base económica, demográfica y la creciente volatilidad a escala local, regional y nacional que intenta reestructurar a las empresas, industrias, clúster y redes.

La importancia de la economía regional de Baja California y Chihuahua en las relaciones económicas con Estados Unidos

El desarrollo histórico de la frontera de México con Estados Unidos fue limitado, puesto que era una zona distante de los centros de desarrollo territorial en ambos países. A mediados del siglo XIX su crecimiento se derivó de relaciones binacionales sustentadas en el comercio y los servicios. En la segunda parte del siglo XX comenzó el inicio de las actividades industriales; su temprana integración a la economía global convirtió a la región en un lugar con elevada concentración de maquiladoras y en el centro de integración global más dinámico en la economía mexicana; este fenómeno se evaluó en múltiples trabajos interesados en el análisis de las diferencias regionales en el país, en variados aspectos económicos (Chiquiar y Ramos, 2008; Dávila, 2004; Rodil, 2011; Trávez *et al.*, 2008).

• Resultados del análisis económico sincronizado

La situación anterior dio lugar a la propuesta de análisis económico sincronizado entre las economías de México y Estados Unidos, así como la correlación de las entidades del país. Delajara (2012) analizó, precisamente, la sincronización entre los ciclos económicos de México y Estados Unidos; utilizó índices coincidentes para la región que resumen la evolución del empleo, las redes al menudeo y mayoreo, la actividad manufacturera y, también, la generación, distribución y consumo de electricidad en las regiones del país. La utilización de es-

te instrumento permite una estimación de los cambios en el estado de la economía, a diferencia de lo que podría obtenerse de variables particulares como el empleo de la producción industrial (Delajara, 2012:3). El análisis de los índices coincidentes de Estados Unidos y de las regiones de México confirman la hipótesis de que las economías regionales de México tienen distintos grados de *comovimiento cíclico* con la economía estadounidense, y que cada región difiere en lo que toca al grado de dependencia que tiene con las fuentes de las fluctuaciones de la economía de Estados Unidos.

De los resultados obtenidos en elasticidad económica, las entidades federativas de México se ubicaron (los primeros diez lugares) en el orden siguiente: Chihuahua, Baja California, Nuevo León, Coahuila, San Luis Potosí, Tamaulipas, Aguascalientes, Querétaro, Tlaxcala y Puebla. Lo que destaca de esta lista y orden es que la mitad de estas entidades se localiza geográficamente en la frontera norte. Respecto al análisis que se realiza en este documento, los dos primeros lugares están por las dos entidades que exploramos.

En cuanto al ciclo reciente, la economía del norte de México mostró comportamientos un poco más sincronizados con la economía de Estados Unidos durante la etapa previa a la recesión 2008-2009, exhibiendo una mayor caída durante la recesión. Este comportamiento contrastó con el sur del país, que experimentó una contracción ligera durante este periodo, como se aprecia en el cuadro 1.

Los resultados de la varianza de las perturbaciones cíclicas se ubican en el norte, seguidas por las regiones centro norte y centro del país. La diferencia que resulta en el agrupamiento de estas tres regiones y la región del sur, que es la más alejada geográficamente de Estados Unidos, se considera producto de la asociación derivada del intercambio comercial entre los dos países en el rubro de manufacturas. En relación con estos aspectos, el autor considera importante realizar una investigación futura del vínculo que hay entre las tres primeras regiones y el Rust Belt de Estados Unidos, en donde se concentra una proporción importante de la industria básica de este país. La exploración encontró que la mayor coincidencia temporal de las fases del ciclo se da, precisamente, entre los estados de la región norte de México y los estados del Rust Belt (Delajara, 2012:33).

Cuadro 1
Relación entre los componentes tendencia-ciclo de los índices coincidentes de los estados y regiones de México y del índice coincidente de Estados Unidos

Región/estado	Elasticidad		Pruebas de diagnóstico				Normalidad N
	B	r(1)	Independencia r(24)	Q(23)	DW	Homosc. H(31)	
NORTE	1.4403	0.0532	0.0205	28.84	1.82	1.447	2.35
Chihuahua	1.3911	0.0441	-0.0507	23.82	1.89	1.237	2.59
Baja California	1.1345	-0.0358	-0.027	19.13	2.02	1.879*	3.21
Nuevo León	1.0923	0.0578	-0.0366	26.01	1.76	1.46	0.64
Coahuila	1.0589	0.032	0.0325	20.43	1.9	2.614*	4.64
Tamaulipas	0.9485	0.0013	-0.1083	27.58	1.97	1.05	0.4
CENTRO NORTE	0.7565	-0.0534	-0.0795	19.74	1.79	1.864*	1.28
San Luis Potosí	1.1081	-0.0624	0.0879	21.77	1.99	1.512	0.13
Aguascalientes	0.7837	-0.0107	-0.2024	43.03*	2	1.445	1.38
CENTRO	0.9402	-0.0711	-0.1754	39.52*	1.95	1.169	0.42
Querétaro	0.7802	-0.0246	-0.1767	32.31	1.77	0.935	0.63
Tlaxcala	0.7661	-0.0005	-0.0783	26.72	1.97	1.157	3.42
Puebla	0.7548	0.0444	0.0437	26.64	1.83	1.058	4.16

NOTA: (*) indica rechazo de la hipótesis nula correspondiente. Para r(1) y r(24), el valor crítico es ± 0.2041 ; para Q(23) el valor crítico es 35.17; el valor crítico para la prueba de normalidad es 5.99; por último, el valor crítico para H(31) es 1.822. Un valor del estadístico Durbin-Watson menor a 1.6 señala autocorrelación en el componente irregular.

FUENTE: elaboración propia con base en Delajara (2012:18), estimaciones con base en estadísticas del Banco de México y del Federal Reserve Bank of Philadelphia.

La red de transporte y la evolución territorial de la red económica

El comportamiento anterior se sustentó en la modernización que experimentó históricamente la red de transportes de México desde la segunda mitad del siglo XIX. En este sentido, fue determinante el desarrollo del ferrocarril, ya que permitió la movilidad de materias primas, bienes y población (Coatsworth, 1984) y, al mismo tiempo, inició la movilidad de mexicanos hacia el sur de Estados Unidos, la cual gradualmente aumentó su participación demográfica en las entidades fronterizas de este país.

Con el fin de la Revolución y la modernización de los vehículos de transporte —que fortaleció las redes carreteras en ambos países—, se desplegó una novedosa e intensa actividad de construcción de carreteras, determinadas por los tramos, las ciudades y los flujos de población, e impulsadas por agentes económicos, políticos y sociales específicos (González, 1990). En este proceso intervinieron los intereses políticos, el crecimiento del mercado interno y la integración de intercambio asimétrico y dependiente de México y Estados Unidos; ello impulsó las redes con el comercio internacional del Golfo de México y el fortalecimiento de la frontera nororiental, la cual se pudo incorporar a esta actividad comercial gracias al ferrocarril disponible en 1940 (González, 1990:56).

Durante la década de 1960 resultó claro que la red carretera nacional había favorecido la economía interna, su expansión interregional y el comercio externo. En la década de 1980 se amplió de forma relevante la red carretera nacional; destaca la carretera de San Luis Potosí-Querétaro, lo que permitió la integración del centro norte y la frontera norte con la planta productiva de Estados Unidos (González, 1990:65) y, por consiguiente, responder a la expansión continua y creciente de los procesos productivos y de consumo, diversificando los usos del espacio y explotando sus diferencias económicas (Camarena, 1990).

Con la firma del Tratado de Libre Comercio, la actividad del transporte creció 32.5%, distribuyéndose en 98.5% del tráfico doméstico de pasajeros y 85% de carga y mercancías (Álvarez, Becerril-T. y Del

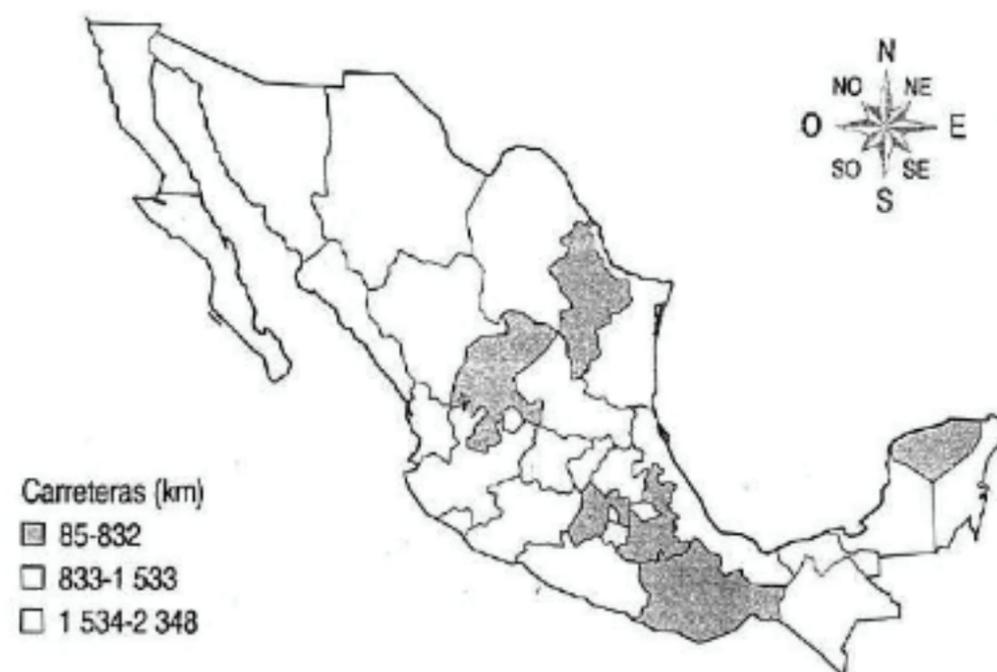
Moral-Barrera, 2011). Al inicio de esta firma y después de la crisis de 1995, el fondo de inversión en infraestructura (Finfra) se convirtió en uno de los principales programas para promover la inversión privada en diferentes sectores, entre ellos el de infraestructura, logrando la participación de inversionistas privados tanto nacionales como externos (Espelt, 2005). Como parte de este interés tuvieron lugar obras de modernización en los corredores carreteros, que son la columna vertebral del autotransporte, así como obras de impacto regional que vincularon los puertos marítimos, las fronteras y las ciudades más importantes. El análisis que realizan los citados autores de la evolución que experimentó la red de transporte carretero a lo largo de la entidad federativa los llevó a destacar cambios significativos entre 1970 y 2003, por medio del método de estratificación de Jenks¹. Los resultados obtenidos (integrados en los mapas 1 y 2) permiten apreciar el comportamiento de la red de carreteras entre 1970 y 2003.

El mapa permite identificar que en 1970 la distribución de carreteras favoreció a estados como Nuevo León, Zacatecas, Estado de México, Puebla, Yucatán y Chiapas. Sin embargo, para el año 2003, la reorientación de la infraestructura favorece a los estados del centro y del norte del país, que son los que lograron mejores dotaciones. En este caso, los autores consideraron que la red carretera nacional afecta a la actividad económica interestatal, al vincular a las entidades federativas del país y provocar un efecto de desbordamiento o derrame entre ellas y con las entidades fronterizas de Estados Unidos.

La creación de la infraestructura carretera impulsó y respondió a los avances experimentados por el país en cuanto a la integración territorial, que continúa siendo determinante para la recomposición regional gradual que ha venido experimentando la economía mexicana. Producto de los cambios de escala continuos en el territorio global, la evolución de los corredores carreteros del centro y centro norte

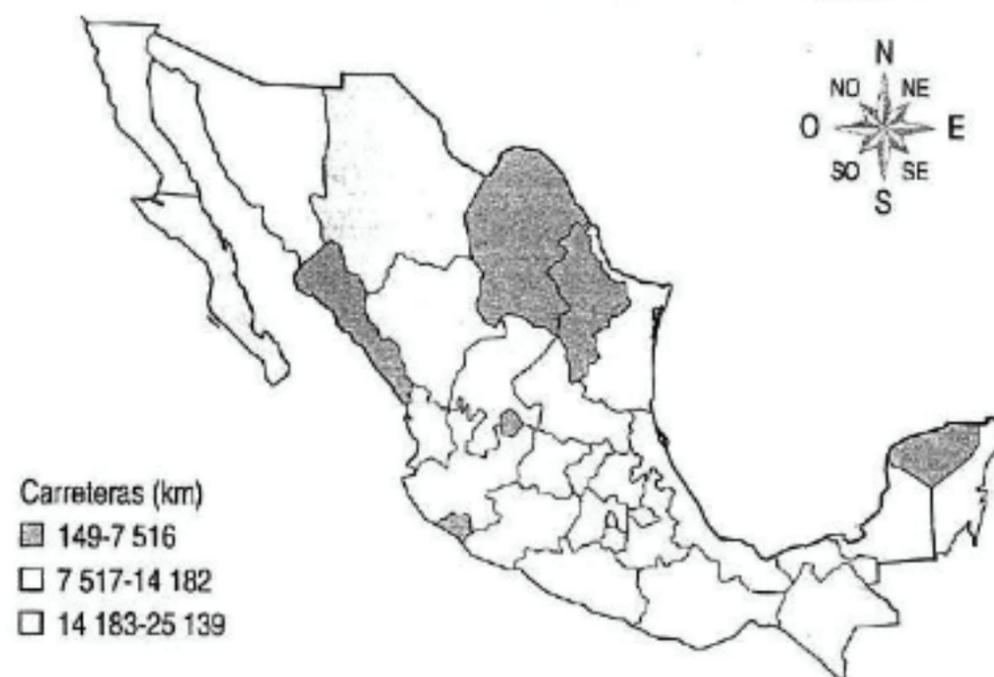
¹ La estratificación de cortes naturales, que automáticamente calcula el sistema de información geográfica (SIG), es conocido como optimización de quién es el que minimiza la suma de la varianza dentro de cada una de las clases, y utiliza las fallas o depresiones en la distribución de la frecuencia para establecer las fronteras entre los estratos. Su aplicación garantiza la homogeneidad de los estratos, sin perder la heterogeneidad entre ellos.

Mapa 1
Infraestructura carretera en las entidades federativas, 1970



FUENTE: Álvarez, Becerril-Torres, Moral-Barrera (2011:70).

Mapa 2
Infraestructura carretera en las entidades federativas, 2003



FUENTE: Álvarez, Becerril-Torres, Moral-Barrera (2011:71).

del territorio nacional están facilitando el acceso del interior del país a mercados potenciales estadounidenses.

RELACIONES DINÁMICAS Y ESPECIALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA ECONÓMICA DE CIUDAD JUÁREZ, CHIHUAHUA, TIJUANA Y MEXICALI, 1999-2009

En las secciones previas se analizaron los cambios económicos significativos que experimentó la zona fronteriza en la primera década del siglo XXI; en esta sección se examina el periodo de 1999-2009, para destacar la dinámica y la especialización de las cuatro zonas metropolitanas. Durante este periodo es relevante la crisis de 2001 y su profundización en los años 2008-2009. El primer análisis considera las tasas de crecimiento que experimentaron las dos entidades y las cuatro zonas metropolitanas, buscando identificar el comportamiento dinámico por rama de producción.

El segundo análisis corresponde a la especialización de las actividades; metodológicamente se utilizan las variables de las subramas de producción y se calcula la tasa de crecimiento medio anual (TCMA) de la producción industrial bruta y la especialización regional.² La información fue recopilada de los diferentes censos económicos que realizó INEGI en 1999, 2004 y 2009.

Dinámica

Se detallan a continuación los cambios en las ramas de producción en cada uno de los dos periodos de análisis. A partir del cuadro 2 es posible identificar las variaciones de producción por rama; en primer lugar, existen cambios significativos entre ambos periodos, lo que confirma

² La fórmula para estimar el coeficiente de especialización es la siguiente: $CP_{ij} = (P_{ij}/P_i) / (P_j/P_e)$. Éste se refiere a la producción total y los subíndices i y j a la rama de actividad y a la zona metropolitana, respectivamente. En este caso corresponde a cada una de las dos entidades la escala amplia. Si $CP_{ij} > 1$, la región es más importante en el contexto estatal, en términos de especialización; si $CP_{ij} < 1$, el sector o rama no es considerado como básico, y por tanto no hay especialización.

Cuadro 2
 Ramas de producción de Ciudad Juárez, Chihuahua, Tijuana y Mexicali
 Tasa Media de Crecimiento Anual 1999-2004 y 2004-2009

Actividades económicas	Mexicali		Tijuana		Ciudad Juárez		Chihuahua	
	1999-2004	2004-2009	1999-2004	2004-2009	1999-2004	2004-2009	1999-2004	2004-2009
Agricultura, cría y explotación de animales; aprovechamiento forestal; pesca y caza (sólo pesca, acuicultura y servicios relacionados con las actividades agropecuarias y forestales).	12.57	-9.01	0	40	19.53	29.14	40	-40
Minería.	-21.72	-10.13	29.07	-19.07	8.75	-5.9	-16.63	39.1
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica; suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final.	22.33	18.56	17.92	-4.87	20.04	2.61	23.11	14.55
Construcción.	14.3	10.23	6.38	20.22	12.66	3.26	9.98	9.43
Industrias manufactureras.	6.44	11.59	11.33	12.91	16	2.21	10.68	8.91
Comercio al por mayor.	10.15	7.17	-0.64	5.37	0.85	1.77	8.97	2.77
Comercio al por menor.	6.29	3.95	5.44	4.09	5.77	3.04	10.7	5.3
Transportes, correos y almacenamiento.	20.17	13.06	31.43	-12.32	12.8	8.53	22.59	8.27
Información en medios masivos.	31.93	15.47	5.59	17.48	36.89	17.82	37.25	27.63
Servicios financieros y de seguros.	12.03	6.03	21.26	11.76	32.18	-3.69	30.54	6.45

Cuadro 2 (continuación)

Actividades económicas	Mexicali		Tijuana		Ciudad Juárez		Chihuahua	
	1999-2004	2004-2009	1999-2004	2004-2009	1999-2004	2004-2009	1999-2004	2004-2009
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles.	16.96	-0.07	12.11	-3.96	20.92	-9.99	17.43	-5.22
Servicios profesionales, científicos y técnicos.	25.36	25.36	7.44	7.44	-11.4	-11.4	4.48	4.48
Servicios de salud y de asistencia social.	21.41	14.3	15.61	10.88	26.09	7.91	21.87	7.07
Servicios educativos.	11.84	11.84	10.69	10.69	7.31	7.31	6.09	6.09
Corporativos.	-37.35	36.33	-37.62	-40	-37.5	-40	-40	40
Servicios de apoyo a los negocios, y manejo de desechos y servicios de remediación.	9.06	13.89	1.82	13.76	19.49	4.19	2.55	18.89
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos.	9.26	7.2	-0.25	12.07	-2.26	6.87	-5.5	16.63
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas.	7.17	10.3	5.42	8.7	1.19	4.2	8.85	10.69
Otros servicios, excepto actividades gubernamentales.	13.06	3.83	12.01	5.52	7.4	5.74	-0.17	9.86

FUENTE: tabla elaborada con datos de INEGI, censos económicos de 1999, 2004 y 2009.

el impacto que tuvo la crisis financiera de Estados Unidos en México durante el periodo 2008-2009.

Del total de 20 ramas entre los periodos 1999-2004 y 2004-2009, Mexicali experimentó crecimiento en cuatro ramas productivas; Tijuana, Chihuahua y Ciudad Juárez en cinco, respectivamente. En Mexicali el incremento se percibió en la industria manufacturera; corporativos; servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación, y por último, los servicios de alojamiento. En Tijuana el incremento se reflejó en la construcción; industria manufacturera; comercio al por menor; información en medios masivos; servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación; servicios de esparcimiento culturales y deportivos; servicios de alojamiento temporal, y en preparación de alimentos y bebidas. En el caso de Ciudad Juárez se vislumbraron incrementos en agricultura; cría y explotación de animales; aprovechamiento forestal, caza y pesca; comercio al por mayor; servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación; servicios de esparcimiento culturales y deportivos; servicios de alojamiento temporal, y servicios de preparación de alimentos y bebidas. Por último, en el caso de Chihuahua fueron la industria minera; servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación; servicios de esparcimiento culturales y deportivos; servicios de alojamiento temporal; preparación de alimentos y bebidas, y por último, otros servicios excepto actividades gubernamentales.

En términos porcentuales, las proporciones de crecimiento de cada zona fueron de 21.05% en Mexicali, 38.88% en Tijuana, 29.41% en Chihuahua y 27.77% en Ciudad Juárez. El análisis de las ramas en cada uno de ellos destaca el mayor dinamismo que experimentó la industria manufacturera en el nivel estatal para Baja California durante el periodo en sus dos zonas metropolitanas, así como en la construcción, que mantuvo su crecimiento en el periodo por parte de Tijuana. Los resultados, en su conjunto, permiten observar un cambio significativo de las cuatro zonas metropolitanas y muestran, en particular para la ciudad de Tijuana, un comportamiento más diversificado durante el último quinquenio. Para Mexicali, se observó un mayor crecimiento en la manufactura y los sectores de servicios a corporativos y a

negocios en diferentes aspectos. En los casos de Chihuahua y Ciudad Juárez, el primero tuvo mayor incremento en el sector de prestación de servicios a las empresas y a particulares, mientras que el segundo presentó crecimiento en el comercio al por mayor.

Es relevante apreciar cómo las economías metropolitanas analizadas se diferencian en su dinámica, en gran parte, por la integración que mantienen con las redes de producción de Estados Unidos, y por la localización de las zonas metropolitanas de Tijuana y Chihuahua, que son contiguas a las entidades de California y Texas; de tal forma, se puede hablar de dos *Twins Cities* clave de la zona fronteriza de México. Dentro de esta dinámica también hay que considerar que las diferencias económicas que se desarrollaron entre las dos entidades norteamericanas (*The Economist*, 2009) dieron lugar a grandes diferencias en la década que analizamos. Son fundamentales las variaciones que experimentaron el desarrollo de las zonas metropolitanas de Ciudad Juárez y Tijuana, cuyo nivel de integración, en el nivel económico, demostró, a su vez, la importancia de su integración espacial y económica. Así, dentro de nuestro análisis observamos diferencias entre las condiciones, los ritmos de producción y de consumo en los cuatro municipios de análisis.

En el caso particular de la producción industrial, presentada en el cuadro 2, se distinguió un comportamiento más cercano entre las dos zonas metropolitanas, integradas por las ciudades de San Diego, California, y El Paso, Texas. Por otra parte, se identifica como un aspecto común entre las zonas metropolitanas de Mexicali y Chihuahua—como capitales de ambas entidades— que, en términos de actividades de producción, marcan la propensión de servicios en educación y en conocimiento, actividades significativas para la dirección y el potencial económico del desarrollo local.

Especialización

Los resultados de la especialización (véase el cuadro 3) se sustentaron en el cálculo de la base económica regional de las entidades y el desarrollo local en cada zona metropolitana para los años 1999, 2004 y

Cuadro 3
Ramas de producción de Ciudad Juárez, Chihuahua, Tijuana y Mexicali: especialización, 1999, 2004 y 2009

Actividades económicas	Mexicali			Tijuana			Chihuahua			Ciudad Juárez		
	1999	2004	2009	1999	2004	2009	1999	2004	2009	1999	2004	2009
Agricultura, cría y explotación de animales; aprovechamiento forestal, pesca y caza (sólo pesca, acuicultura y servicios relacionados con las actividades agropecuarias y forestales).	0.15	0.24	0.18	0.00	0.00	0.12	0.00	0.02	0.08	0.00	0.10	0.00
Minería.	2.05	1.09	0.53	0.07	0.90	0.29	0.05	0.09	0.01	0.11	0.06	0.62
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica; suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final.	2.08	2.14	2.24	0.40	0.33	0.18	0.35	0.31	0.20	2.10	2.52	1.98
Construcción.	1.12	1.35	0.90	1.04	0.88	1.18	0.89	0.96	0.88	1.50	1.54	1.25

Cuadro 3 (continuación)

Actividades económicas	Mexicali			Tijuana			Chihuahua			Ciudad Juárez		
	1999	2004	2009	1999	2004	2009	1999	2004	2009	1999	2004	2009
Industrias manufactureras.	1.18	1.00	0.90	0.87	1.01	1.09	1.09	1.09	1.27	0.91	0.75	0.79
Comercio al por mayor.	0.67	0.90	0.81	1.31	1.09	0.99	0.89	0.71	0.75	1.07	1.42	1.01
Comercio al por menor.	0.88	0.83	0.77	1.04	1.01	1.04	0.98	0.87	0.94	0.86	1.09	0.85
Transportes, correos y almacenamiento.	0.94	0.48	0.90	0.94	1.39	0.79	1.43	1.09	1.45	0.52	0.80	0.67
Información en medios masivos.	0.04	0.24	0.20	1.94	1.77	1.86	0.70	0.78	0.54	1.33	1.85	1.72
Servicios financieros y de seguros.	1.21	0.76	0.57	1.05	1.22	1.40	0.77	1.07	0.75	0.66	0.82	0.62
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles.	0.71	0.89	0.88	1.11	1.12	1.01	1.16	1.31	1.31	1.14	1.13	0.93
Servicios profesionales, científicos y técnicos.	0.63	0.85	1.46	1.30	1.16	0.72	1.02	1.50	1.19	1.12	0.79	0.91
Servicios de salud y de asistencia social.	0.66	0.73	0.73	1.18	1.21	1.21	0.96	1.10	1.10	1.25	1.25	0.88
Servicios educativos.	0.74	0.74	0.74	1.09	1.16	1.16	0.81	0.96	0.96	1.62	1.62	1.16
Corporativos.	0.74	0.84	2.50	1.26	1.36	0.00	0.95	2.15	0.00	1.34	0.00	2.24

Cuadro 3 (continuación)

Actividades económicas	Mexicali			Tijuana			Chihuahua			Ciudad Juárez		
	1999	2004	2009	1999	2004	2009	1999	2004	2009	1999	2004	2009
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación.	0.63	0.78	0.75	1.29	1.18	1.25	0.63	1.19	0.91	1.42	1.15	1.28
Servicios de esparcimiento, culturales y deportivos y otros servicios recreativos.	0.41	0.58	0.44	1.51	1.41	1.53	1.10	1.26	1.19	0.89	0.95	0.99
Servicios de alojamiento temporal, y de preparación de alimentos y bebidas.	0.70	0.69	0.66	1.11	1.06	1.04	1.31	1.13	1.10	0.65	0.91	0.81
Otros servicios excepto actividades gubernamentales.	0.79	0.80	0.70	1.09	1.10	1.18	0.69	0.90	0.92	1.16	1.12	0.91

FUENTE: tabla elaborada con datos de INEGI, censos económicos de 1999, 2004 y 2009.

2009. Los resultados obtenidos presentados en forma global poseen una diferencia marcada de la zona metropolitana de Mexicali, respecto de las otras tres zonas. En términos de evolución de los sectores en los periodos de interés, se destaca la desaparición del sector primario en las cuatro zonas estudiadas. En lo que se refiere al sector secundario, la rama de la minería se concentra particularmente en Mexicali; mientras que la generación, transmisión, distribución de energía eléctrica, agua y gas se agrupó en Mexicali y en Ciudad Juárez.

Por su parte, la construcción se concentró en Ciudad Juárez, y la industria manufacturera se mantuvo en Tijuana y Chihuahua, aun durante el periodo más sensible. Respecto al sector comercio, el comercio al por mayor fue importante en Tijuana y Ciudad Juárez durante todo el periodo, concentrándose el comercio al por menor también en Tijuana. En el sector de servicios, la rama de transporte se mantuvo en forma continua a lo largo del periodo; en medios masivos la especialización continua se mantuvo en Tijuana y Ciudad Juárez. En servicios financieros y de seguros Tijuana sostuvo la especialización de manera continua. En servicios inmobiliarios y alquiler de bienes muebles e intangibles, Tijuana y Chihuahua se mantuvieron estables, y Ciudad Juárez lo hizo en los dos primeros años. En servicios profesionales, científicos y técnicos se nota la presencia de Chihuahua para los años 2004 y 2009, y de Tijuana en 2004. En el caso de servicios de salud y asistencia social se aprecia una participación en Tijuana, y en Chihuahua una participación menor en el primer periodo. En servicios educativos para los años 2004 y 2009 destacan las ciudades de Tijuana y Ciudad Juárez. En cuanto a los servicios de apoyo a los negocios, y manejo de desechos y servicios de remediación, el comportamiento se mantuvo continuo en Tijuana y en Ciudad Juárez. En el caso de servicios de esparcimiento culturales y deportivos, Tijuana y Chihuahua registraron valores de alta especialización, y en servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas, y otros servicios excepto actividades gubernamentales, se posicionaron de manera constante durante todo el periodo, las ciudades de Tijuana y Chihuahua.

En conjunto, los resultados destacan, como se observa en el cuadro 3, que Mexicali mantiene sus niveles de especialización iniciando

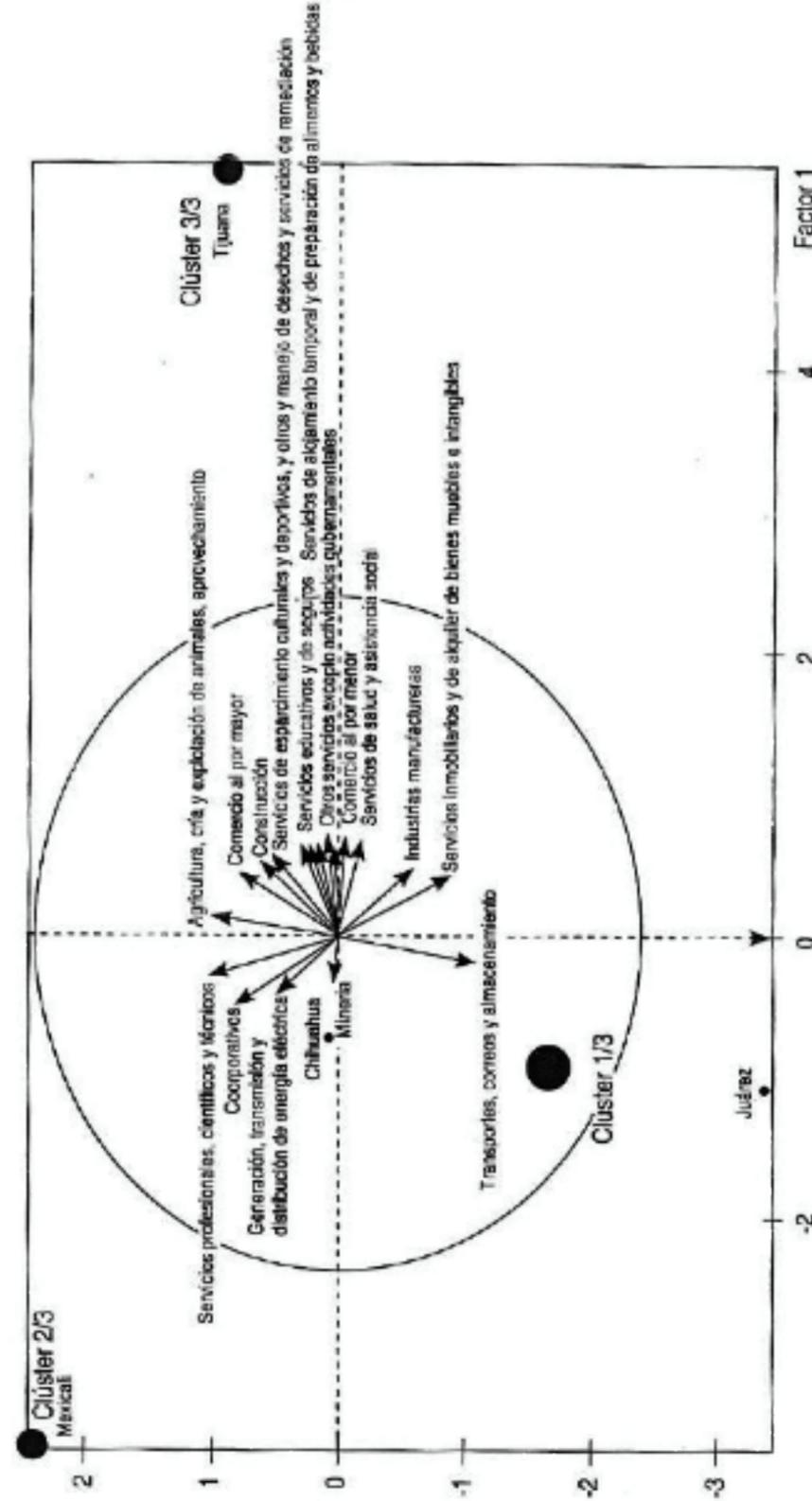
desde las actividades primarias y secundarias, y desciende en el nivel de servicios. De forma contraria se comportan las tres zonas metropolitanas restantes, en los niveles de alta especialización; a partir de la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final, los coeficientes de especialización alcanzan valores mayores a uno. Estos resultados describen una estructura de producción relativamente diferente entre Mexicali y los otros tres municipios; por este motivo se realizó un análisis complementario de componentes principales utilizando estadística exploratoria multidimensional (véase el cuadro 4). La estimación confirma la diferenciación espacial de la composición económica del valor de la producción de los cuatro municipios para este año.

Sobre los resultados de esta última gráfica 4, resulta determinante la diferencia del valor de la producción en las dos mayores zonas metropolitanas integradas a San Diego, California, y a El Paso, Texas, que las ubica respectivamente en el clúster 3/3 y en el clúster 1/3. En segundo lugar, hay una semejanza entre las zonas metropolitanas de Chihuahua y Mexicali respecto del clúster 2/3, que responde a resultados de mayor cercanía, en su distribución y composición, a los resultados obtenidos en los dos primeros aspectos: el dinámico y la especialización. Por último, hay una diferencia entre los resultados de la dinámica y la especialización de la zona metropolitana de Mexicali. Esta variación, en un análisis más detallado, justifica el mayor dinamismo como producto y la reducción de la falta de composición cuando una parte de las actividades se encuentra ligada a la subcontratación en el sector terciario.

LA COMPETITIVIDAD ECONÓMICA DE LAS ZONAS METROPOLITANAS, 2003-2011

En las últimas tres décadas, la competitividad en las ciudades se convirtieron en la reflexión central de los temas del desarrollo y bienestar en un mundo globalizado. En el caso mexicano, los municipios se ligaron al mercado externo, que ha sido históricamente determinante

Cuadro 4
Posición de las cuatro zonas metropolitanas y actividades económicas de Baja California y Chihuahua



NOTA: producción bruta total 2009. FUENTE: censos económicos, INEGI (2009).

en el desarrollo económico de la frontera norte. Particularmente, las ciudades de Chihuahua, Ciudad Juárez, Tijuana y Mexicali experimentaron cambios económicos, demográficos y sociales en su desarrollo urbano, medio ambiente y organización municipal.

Tratando de identificar estas relaciones, en la última década se realizaron estudios sobre la competitividad de las principales ciudades de México. En proyectos desarrollados por el IMCO, CIDE, Regional y Sobrino (Sobrino, 2003; IMCO, 2012; Cabrero, Orihuela y Ziccardi, 2009; Cabrero, 2012) puede encontrarse una diversidad de enfoques, ciudades estudiadas, variables, factores analizados y metodología estadística aplicada. Un análisis comparativo de tales investigaciones (Garza, 2010) cita la investigación de Sobrino, la cual incluyó 70 ciudades y un análisis factorial de componentes principales en cinco variables. Por su parte, el IMCO estudió 71 ciudades, con diez factores en media ponderada y 116 indicadores en análisis lineal, para datos del periodo 2005-2011; el CIDE estudió 60 ciudades, con cuatro componentes en análisis factorial para los años 2003, 2007 y 2011, y Regional realizó el análisis de 91 ciudades, por medio de un índice con 84 indicadores, que agrupó 29 factores (Garza, 2010:537).

En esta sección se propone identificar la competitividad urbana de Ciudad Juárez, Chihuahua, Mexicali y Tijuana con los resultados del análisis realizados por el CIDE en el periodo de 2003-2011 (Cabrero, 2009, 2012). A partir de estos documentos se identifica el posicionamiento y las características de las ciudades en el periodo, caracterizadas por su permanencia en el grupo de las primeras 15 ciudades del país durante el periodo, en promedio. Con este propósito se realiza el análisis con una perspectiva dinámica regional a nivel nacional, total y de los componentes de ambas ciudades durante el periodo 2003-2011.

Dinámica de las zonas metropolitanas

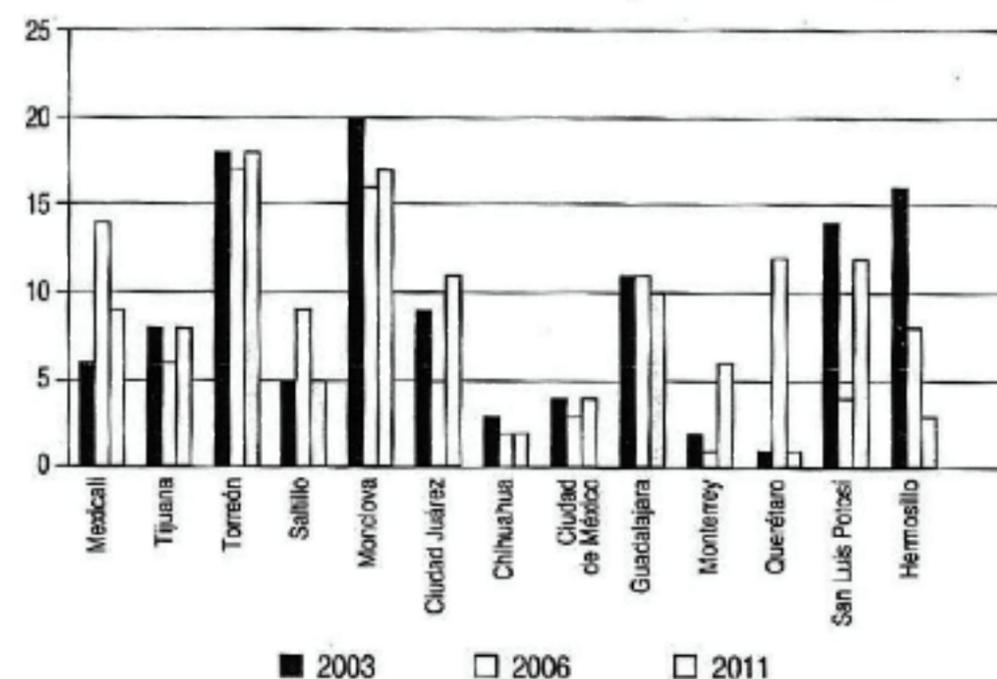
El grupo de las primeras 15 zonas metropolitanas durante el periodo muestra un comportamiento relativamente estable. Por regiones encontramos: *a)* centro del país (ciudad de México, Toluca, Querétaro), *b)* centro occidente (Guadalajara, Aguascalientes, San Luis Potosí,

Durango), *c)* norte (Monterrey, Chihuahua, Saltillo, Mexicali, Tijuana, Ciudad Juárez, Tampico, Hermosillo, Reynosa, Monclova, Torreón-Laguna) y *d)* dos ciudades impulsadas por el turismo localizadas en dos extremos del país (Cancún y Los Cabos). Destaca la urbanización del mercado interno del centro del país, integrando, además, el occidente y las ciudades al sur. Por otra parte, como anticipamos, se destaca la zona de la frontera norte, cuya economía experimentó una expansión con la integración global del país después de la década de 1980; por último, los centros turísticos que impulsó el gobierno mexicano después de la década de 1970.

El análisis de competitividad promedio del periodo 2003-2011 muestra que 11 ciudades tuvieron un comportamiento estable (véase la gráfica 3).

En dicho grupo, 11 ciudades crecieron durante el periodo, de las cuales la ciudad de México obtuvo el mayor nivel de competitividad para 2011; en el segundo grupo estuvieron Monterrey, Chihuahua,

Gráfica 3
Promedio de conjunto de factores de competitividad 2003-2011



FUENTE: elaboración propia con base en Cabrero (2009); Cabrero, Orihuela y Ziccardi (2009), y Cabrero (2012).

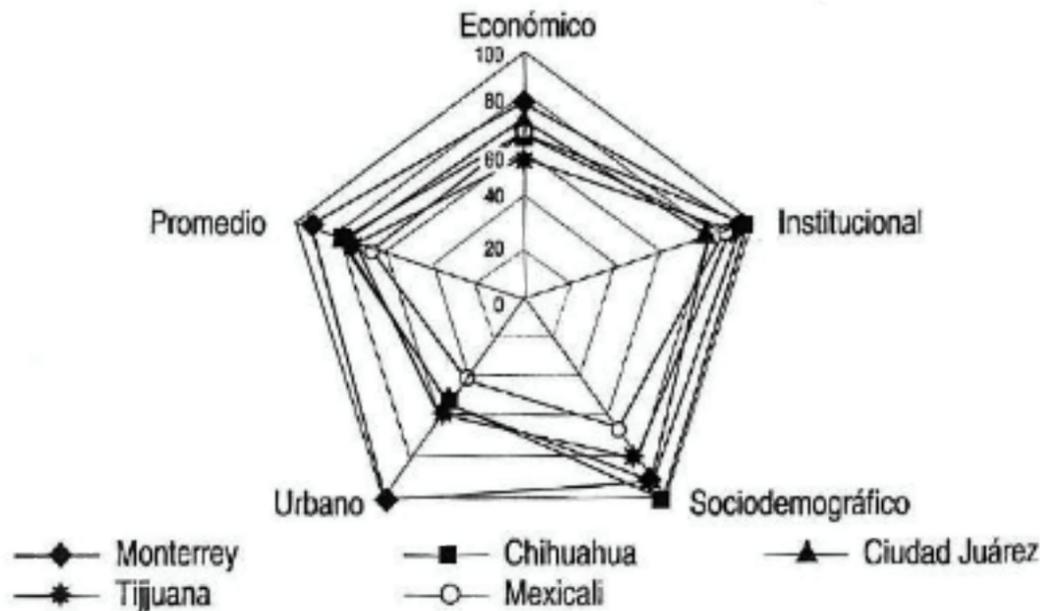
Querétaro, Saltillo y San Luis Potosí, que lograron un alto nivel de posición en el periodo. El tercer grupo lo formaron Mexicali, Tijuana, Ciudad Juárez, Guadalajara y Aguascalientes. Por último, están las ciudades que experimentaron menor continuidad en todo el periodo, las cuales fueron Hermosillo y Toluca. De manera general, el periodo registró la caída del PIB en Estados Unidos durante 2001 y 2008, cuyo impacto regional diferenciado ejerció, como sabemos, una presión mayor en las ciudades ligadas económicamente con Estados Unidos, tal como se aprecia en la gráfica 3.

Perfiles de Tijuana, Mexicali, Chihuahua y Ciudad Juárez, 2007-2011

Los componentes descritos y su dinamismo hacen posible analizar los resultados obtenidos por Mexicali, Tijuana, Chihuahua y Ciudad Juárez durante el periodo, mismos que se describen a partir de las gráficas 4 y 5.

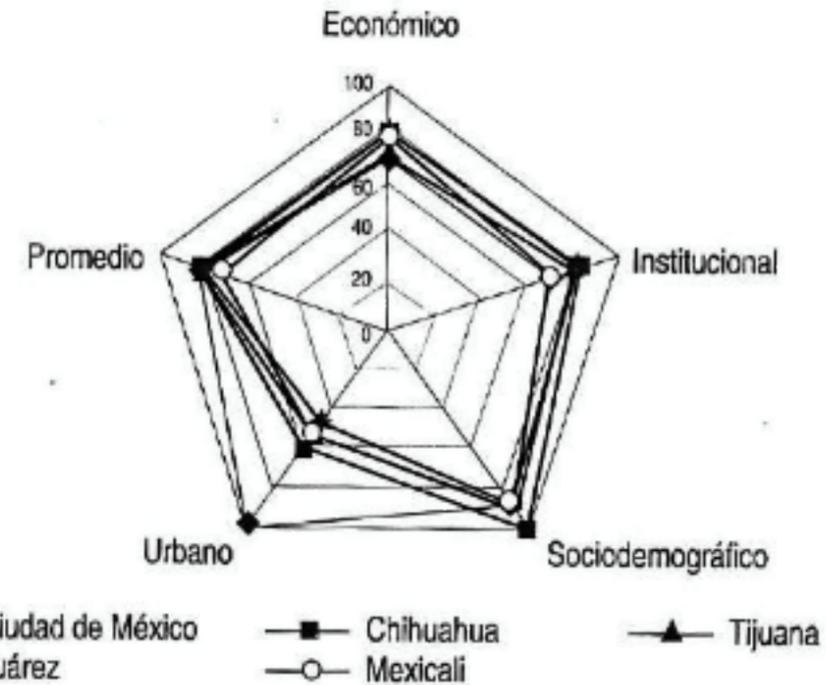
En 2007, los resultados de las ciudades más competitivas tiene niveles muy altos en las primeras posiciones; la ciudad de Monterrey

Gráfica 4
Ciudad Juárez, Chihuahua, Tijuana y Mexicali: promedio y valores de competitividad por componentes, 2007



FUENTE: Cabrero (2009).

Gráfica 5
Ciudad Juárez, Chihuahua, Mexicali y Tijuana: promedio y valores de competitividad por componentes, 2011



FUENTE: Cabrero (2012).

ocupó el primer lugar para ese año, en el cual tres de sus componentes tuvieron un valor por encima de 90 (Cabrero, 2009:31), siendo los dos más importantes el componente urbano y el institucional, seguido por el componente sociodemográfico y el económico. En ese año, la ciudad de Chihuahua se situó en el segundo lugar con dos componentes por encima de 90 (sociodemográfico e institucional) y dos componentes por debajo de 70 (económico y urbano). Ciudad Juárez ocupó el quinto lugar, y para esta ciudad el componente sociodemográfico se calificó con un valor por arriba de 90 y para el resto de los componentes el valor fue por debajo de 85. Las diferencias destacan el gran potencial del componente económico y del institucional e indican la planeación a largo plazo en los componentes sociodemográfico y urbanos. En el caso de la ciudad de Mexicali, obtuvo el lugar 14 en la puntuación promedio del país, con un valor para el componente institucional de 89 y del resto de los componentes por debajo de 70 (véase la gráfica 4).

Los resultados permiten identificar cambios significativos con el análisis anterior, en virtud de que la ciudad central del país (la ciudad de México) logró una calificación de 100 en el componente urbano, superando por 53 puntos a Ciudad Juárez, por 48 puntos a Mexicali, por 49 a Tijuana y por 32 puntos a Chihuahua; por otra parte, la ciudad de México registró valores por debajo de las anteriores ciudades en los componentes económico, institucional y sociodemográfico; dicho año, la ciudad de Chihuahua ocupó el quinto lugar, la ciudad de Tijuana el lugar número 11, Ciudad Juárez el lugar 12 y Mexicali se situó en el décimo tercero.

En la gráfica 5 se pueden apreciar las diferencias en las relaciones, destaca la importancia que tienen las acciones territoriales de inversión y estructuración del componente urbano-institucional en las ventajas competitivas de las ciudades. En el caso de la urbanización de la frontera norte, los retos de expansión y desarrollo de los servicios y su equipamiento han sido cada vez más elevados, debido al crecimiento demográfico. Como ya lo señalamos previamente, las expectativas económicas inestables han propiciado una reducción de la inmigración a la región, en particular a las zonas metropolitanas estudiadas.

LA SUBCONTRATACIÓN, UNA MIRADA A SU INTERIOR COMO RESULTADO DE LA EVOLUCIÓN ECONÓMICA GLOBAL

Marco general de la subcontratación

Los cambios económicos y los procesos de producción son cada vez más dinámicos con la globalización; los gobiernos y las empresas buscan constantemente adquirir distintos patrones de producción, organización y de innovación que les aseguren mayor temporalidad, competencia y desarrollo; por este motivo, la subcontratación representa para muchos una respuesta estratégica de intervención. La modalidad de subcontratación (*outsourcing*) ha adquirido diferentes connotaciones por diversos autores: Ghelfi (2004) hace alusión a una verdadera innovación empresarial, que produce valor agregado por la mano de obra disponible en todo el mundo; García, Mertens y

Wilde (1999) la perciben como un "esquema de cooperación, nacional e internacional entre empresas de diferentes tamaños, que permite a las empresas complementar su capacidad productiva con empresas subcontratistas", por lo tanto la cooperación, a través de la subcontratación, no tiende sólo hacia el objeto a producir, sino también al sujeto que produce, considerados ambos como bienes de intercambio complementario.

Por ello, es posible interpretar a la subcontratación como una modalidad alternativa de integración estratégica innovadora de administración, la cual genera una relación económica legal para la adquisición de beneficios y compromisos que hacen frente a las necesidades económicas y administrativas, generando así encadenamientos productivos a diferentes escalas con desarrollo tecnológico, innovación, transferencia de conocimiento y personal científico altamente cualificado.

Las experiencias, a nivel global, a través de acuerdos de derecho internacional público y privado por las diferentes organizaciones internacionales, como son la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), Organización Internacional del Trabajo (OIT), Organización Mundial del Comercio (OMC), la Cámara de Comercio Internacional (CCI), presentan pautas e infinidad de beneficios, que sin duda han ayudado a que factores externos como las crisis económicas, la competencia, la falta de personal altamente capacitado, entre otras, sean contrarrestadas por la cooperación mutua, acrecentando inversiones y poniendo en práctica diferentes modelos administrativos: la subcontratación, *offshoring*, *nearshore*, por ejemplo, convirtiéndose en una práctica recurrente dada la capacidad que se tiene para compartir y reducir los riesgos a través de alianzas de subcontratación (Morcos, 2004).

La OIT (2008) generó gran interés en el tema de la subcontratación debido a las prácticas y dificultades técnicas reconocidas en las legislaciones de diversos países; entre otras cosas, se reconoció el carácter difuso sobre los derechos y las obligaciones de los trabajadores y empleadores en los contratos, así como también los regímenes ante la dinámica compleja de modalidades administrativas y productivas

que cada una de las empresas eligen. Han aparecido bolsas de trabajo públicas y privadas que se diferencian por la capacidad en el número de personas que serán contratadas y subcontratadas, y en la cantidad de relaciones establecidas con las empresas que ofertan las oportunidades de empleo. En el ámbito del comercio internacional, como un segundo nivel (Ghelfi, 2004) de subcontratación, la OMC (2008) refiere esta práctica no sólo al intercambio de bienes y servicios, sino también a los insumos para producir (Gambrill, 2003) —como consecuencia del comercio triangular reverso— y también para abastecimiento, transferencia y comercio, generando un sistema de interconexiones entre empresas y países en la parte laboral, productiva y comercial.

En cuanto a la producción, para Deardorff y Djankov (2000) la práctica de la subcontratación implica una fuente de transferencia de conocimientos, los cuales se obtienen al emplear a trabajadores, contratar a un tercero y/o a una agencia con experiencia de proveer servicios especializados y/o para operar alguna función (Calleros, 2000) brindando una mayor eficiencia en las industrias, tanto en la parte administrativa como operativa. Las empresas que son subcontratadas cuentan con la capacidad requerida por la empresa de alta especialización (García, Mertens y Wilde, 1999).

Estas relaciones económicas se fortalecen con la externalización de determinadas actividades: se delega la ejecución, se promueve la deslocalización de las empresas y permite su expansión en los mercados globales de producción, lo que permite, a su vez, establecer, con distintas dinámicas e intensidad, cadenas productivas y/o redes verticales de subcontratación (Castells, 1996), lo que soluciona la parte financiera, comercial o tecnológica. García, Mertens y Wilde (1999) contemplan que el encadenamiento productivo es más cooperativo que competitivo, y que cada productor que está dentro de la cadena de valor contribuye en alguna fase de la producción, de forma estratégica, a través de la especialización industrial. Esta estrategia no debe ser vista como una relación de compra y venta de algún producto o servicio, puesto que la riqueza de las relaciones de producción logrará establecer a largo plazo beneficios entre las empresas, fortaleciendo sus capacidades productivas y conocimiento.

Es importante señalar que el papel del Estado deberá contribuir en mayor medida a facilitar estrategias empresariales como el asociacionismo empresarial (Cabello y Reyes, 2003), asegurando en todo momento la capacidad productiva y laboral nacional, a través de la generación de políticas públicas, programas e incentivos de carácter industrial, comercial (Morcos, 2004) y laboral, y también, fomentando el desarrollo sin poner en riesgo las capacidades locales con la subcontratación, en concordancia con los contratos modelos propuestos por las organizaciones internacionales especializadas, mismas que han marcado buenas prácticas empresariales.

Por su parte, Krugman (2010) visualiza que las actividades dispersas tienden al modelo centro-periferia (*core periphery*). Si la empresa se ubica cerca del *core*, o dentro de un radio que le permita ligar a diferentes *cores*, mayores serán los beneficios y el aprendizaje productivo. Cabe señalar que la actividad de subcontratación en la industria transita hacia el ámbito espacial, generando de manera geoestratégica una mayor importancia por su intensidad a nivel global.

Las relaciones económicas entre Estados Unidos y México se dinamizaron debido a las políticas que en su momento permitieron que la población desempleada emigrara para ser subcontratada en el campo con la incorporación del Programa Bracero establecido en 1942 entre Estados Unidos y México. Cuando este programa terminó en 1965, ocasionó la expulsión de un gran número de personas del país vecino; lo cual impulsó el Programa de Industrialización Fronteriza en la frontera norte de México, el cual consistió en generar procesos industriales de maquilado que requerían de mano de obra intensiva —proveniente de los migrantes que regresaban a territorio nacional—, todo en un contexto de elevado desempleo y falta de políticas públicas capaces de responder a las necesidades de las localidades.

Carrillo (2007) presenta las diferentes generaciones de las industrias maquiladoras: desde actividades de ensamble y elevada mano de obra hasta una mayor implementación de procesos de alta tecnología y personal altamente calificado: una reorganización industrial, mayores procesos y trabajo intensivo en conocimiento, un gran incremento en la participación de proveedores nacionales y procesos coordinados con servicios profesionales entre firmas y centros de in-

vestigación, con autonomía en las decisiones finales en los países donde se encuentra ubicada.

El cúmulo de experiencias ha fortalecido la fase de maduración (Ter Wal y Boschma, 2011) de las diferentes empresas locales, nacionales e internacionales; ya sean maquiladoras, manufacturas y/o empresas de diferentes ramas productivas, se generan crecimiento, estabilidad y desarrollo, impulsados por la innovación. Existe un riesgo que no todas las empresas desean asumir: “la trampa del desarrollo” (Dabat, Rivera y Wilkie, 2004). La innovación es producto de la creatividad y diversidad, componentes de la infraestructura social (Youl Lee, Florida y Acs, 2004), por lo que el tipo del impulso e incentivo permitirá la consolidación de la empresa para dar margen a una coevolución (Ter Wal y Boschma, 2011) de mayor intensidad y complejidad. Las empresas que no se han consolidado, básicamente incurren en la subcontratación (Guitart, 2005) para disminuir el coste directo de la producción y la organización administrativa (Calleros, 2000), así como para efficientar y sobrellevar la producción, esto hace que, a largo plazo, valoren sus procesos de producción y los alcances empresariales que desean tener con el tiempo.

Como ventaja de la subcontratación, se genera la innovación por el uso y/o acceso a la tecnología y al conocimiento especializado (*know how*) de los proveedores; en cuanto a los procesos administrativos y productivos, se genera una mayor maduración de las empresas para estar a la vanguardia, rentabilizando y optimizando su utilidad (Calleros, 2000). Aunque son menores las desventajas de la subcontratación en términos relativos, esta modalidad puede tener un efecto adverso para una gran cantidad de población, en empresas y en localidades, debido al número de empresas que pueden ser contratadas y por la débil diversidad de actividades productivas que se encuentran ligadas a las cadenas productivas.

Experiencias en subcontratación

Como experiencia internacional para algunos países con mayor intensidad productiva industrial, el *offshoring* (Shy y Stenbacka, 2003) puede cubrir hasta 50% de la totalidad de sus actividades relacionadas

con tecnología de la información. En algunas relaciones de subcontratación se prefiere seleccionar empresas proveedoras de servicios que tienen cercanía o colindancia (*nearshore*); mientras que otras se encuentran ubicadas en países distantes. Así, es importante señalar que este modelo se ha extendido por todas las regiones del mundo (Morcos, 2004). En Europa se cuenta con centros de *outsourcing* que realizan actividades de logística (Guitart, 2005), y monitorean y gestionan a través de sistemas a sus clientes europeos. Lipietz (1990) reconoce que los países altamente industrializados, principalmente Estados Unidos, Gran Bretaña y Francia, decidieron buscar alternativas para reducir los costos, aprovechar mano de obra barata en otras regiones de bajos salarios e implementar procesos automatizados. Por su parte, países como Japón, Alemania e Italia buscaron alianzas que garanticen la colaboración en la organización del trabajo con diferentes empresas e instituciones de educación.

Japón, en 1980 (Morcos, 2004), mantuvo redes verticales (Castells, 1996) de subcontratación —en mayor medida que los productores estadounidenses— en las que se relacionan empresas de diferentes tamaños, contribuyendo su colaboración en la parte financiera, comercial y tecnológica. En Finlandia, en 1996, y en Estados Unidos, en 2001, la subcontratación se volvió notable porque las empresas externalizaban 50% o más de sus actividades de producción y ventas (Morcos, 2004) a proveedores industriales.

Entre la Unión Europea y México la subcontratación inició con actividades textiles e intensiva mano de obra, para posteriormente importar partes de equipos electrónicos y exportar partes y accesorios, tanto eléctricos como electrónicos, máquinas, juguetes y equipos deportivos (Gambrill, 2003), hacia otros países como Estados Unidos. En China, los materiales suministrados por fabricantes de la India apoyan la sustitución de empleo en ambos países. En Chile, las estrategias de adaptación de las empresas frente a nuevas exigencias de competitividad, interna y externa (Echeverría, 1997), han propiciado que las empresas subcontraten personal y procesos industriales en la minería y la construcción; las cifras han mostrado que 600 mil trabajadores son subcontratados, mientras que los servicios de externalización de procesos comerciales han sido de 300 mil personas (Silva, 2007).

En el caso de México, las redes de subcontratación se empiezan a desarrollar en 1980: una integración entre empresa cliente y proveedores, donde la empresa cliente busca agrupar a sus proveedores, descentralizando el proceso productivo, bajar costos en mano de obra, materia prima, maquinaria y costos de almacenamiento (Cabello y Reyes, 2003). Diversos factores alientan a las empresas para aprovechar la relación económica comercial que existe entre Estados Unidos, Canadá y México (a través del TLCAN), beneficiarse de las ventajas ampliando el mercado y estableciendo relaciones entre privados. Se reconoce que las economías reflejan diferentes patrones de distribución de la producción en las cadenas globales. La participación de Estados Unidos en las importaciones procedentes de Canadá es de 24.7%, mientras que la de México es de 39.8%. En cuanto a las proporciones que guardan México y Estados Unidos, en 2004 (Koopman *et al.*, 2010), los sectores que tuvieron mayor participación en las exportaciones son la fabricación de maquinaria y equipo, con una proporción de 33.2%; vehículos de motor y partes, 28.3%; maquinaria electrónica, 29.4%; prendas de vestir, 5%; productos de madera, 3.4%; bebidas y tabaco, 0.8%. La propuesta para las Pymes, para impulsar su desarrollo, son las "redes de subcontratación sustentable", donde las pequeñas comunidades participan en diferentes niveles y se promueven economías de escala basadas en la coordinación de actividades, lo que en el largo plazo formaría proveedurías vinculadas a cadenas productivas de distinta intensidad.

Una de las ventajas que México tiene es la gran interdependencia con Estados Unidos: los municipios y ciudades de diferentes estados presentan un gran dinamismo en los flujos de comercio. No obstante, en la región fronteriza, México inició un programa de subcontratación internacional desde la década de 1960; así, la industria maquiladora de exportación dio ocupación directa a más de un millón 200 mil personas durante 2006, generando un valor agregado exportable de 26 millones de dólares ese año (Opalin, 2007).

México es considerado un lugar con óptimas condiciones para desarrollar el *nearshore* y *offshore* para la subcontratación extranjera, tanto por el origen de las empresas como por el destino de los productos exportados.

Organización industrial

Las políticas de desarrollo económico se convierten en un mecanismo de planeación que impacta de manera significativa a las localidades, tales efectos son percibidos a diversa escala pues, dependiendo de su tamaño, las empresas lograrán aprovechar los cambios de la planeación urbana.

Las políticas de desarrollo económico deben reconocer su relación con las políticas de desarrollo social, y no sólo estar subordinadas al plano económico; generalmente la convergencia entre las diferentes políticas no se establece de manera integral, por lo que se desfasa el desarrollo y se genera un crecimiento desequilibrado entre las políticas. En este sentido, la implementación en aras de una mayor participación en diferentes contextos y territorios ha dado la posibilidad de recurrir a las bolsas de subcontratación que existen en el mundo, éstas han servido para ligar a proveedores y clientes, con el objetivo de concretar alianzas nacionales e internacionales en un gran número de casos (Morcos, 2004).

Las redes internacionales que se están generando a través de las bolsas de subcontratación y de alianzas industriales (BSA/SPX), establecidas por la ONUDI desde 1982 y que actualmente se ubican en más de 30 países, tienen como objetivo optimizar la utilización de las capacidades y facilidades de la manufactura de las industrias afiliadas. Aunque son alianzas industriales de largo plazo, equitativas, basadas en la especialización y en conocimientos tecnológicos (Morcos, 2004), se requiere de una mayor evaluación para concretar nuevas oportunidades de desarrollo en los países y que más empresas se integren a este esquema. Las industrias cuentan con listas de proveedores locales e internacionales, pero éstas no garantizan a las empresas locales ser contratadas, debido a que dependen de la capacidad para proveer la demanda requerida.

Cabe señalar que ha sido relativamente difícil establecer un sistema que reúna todas las facilidades para integrar a las empresas en las cadenas productivas nacionales e internacionales; si bien han existido algunos registros como el Sistema para la Subcontratación Industrial de la Secretaría de Economía, no todas las empresas se encuentran

matriculadas. Este sistema de información ha dejado de ser actualizado, la base de datos cuenta con los siguientes registros: Cámara de la Industria Metálica de Guadalajara (CIMEG); Bolsa de Enlace de Procesos Industriales de Querétaro (BEPIQ); Cámara de la Industria de la Transformación del Estado de Nuevo León (Caintra); Bolsa de Subcontratación de Procesos Industriales Canacintra-Hidalgo (BSPI-Hidalgo); Bolsa de Subcontratación de Canacintra (DF); Centro de Desarrollo de Proveedores de Chihuahua, Chih.; Centro de Desarrollo de Proveedores de Ciudad Juárez; Centro Empresarial de Negocios de Puebla.

Por otra parte, el Sistema Mexicano de Promoción de Parques Industriales (SIMPPI) está actualizado hasta agosto de 2013; con este sistema se puede conocer la ubicación geográfica de los parques industriales de México, información que se sistematizó para su mejor apreciación y análisis en el mapa 3.

En este mapa se aprecia la cantidad de parques industriales por estado. El color gris representa la mayor concentración: la frontera norte



FUENTE: elaboración propia con datos de Secretaría de Economía (2013a).

de México, con 289 parques que representan 53.7% (de un total de 538 parques industriales del país), cuenta con las industrias manufactureras, los servicios y las maquiladoras de exportación. Resalta el estado de Baja California, que cuenta con 95 parques industriales (57 se ubican en el municipio de Tijuana y 25 en Mexicali), y Nuevo León, con 64. En mediana proporción encontramos cinco estados: Jalisco (47), Chihuahua (39) (con especial atención en esta investigación al municipio de Juárez, con 21 parques, y a Chihuahua, con 10), Coahuila (38), Estado de México (34) y Sonora (33). En menor proporción los 25 estados restantes, del centro al sur de México, en donde existen de uno a 23 parques industriales, señalados en color blanco.

El desarrollo de la frontera ha sido importante, 50% de los parques industriales se ubican en la frontera y sólo cumplen con la función de disponer espacios para la instalación de las industrias, no la de organización y promoción para generar clústeres industriales, como debiera ser según la norma mexicana NMX-R-046-SCFI-2011 (Secretaría de Economía, 2011), la cual certifica que los parques industriales cumplen con los criterios necesarios para garantizar la instalación de la industria.

La importancia del clúster industrial consiste en que persigue un mayor contenido por las aglomeraciones de industrias que pudieran posicionarse en una región geográfica determinada. La riqueza generada al desarrollar clústeres dentro de los parques industriales tendrá, como consecuencia, una respuesta racional óptima para las industrias y un mejor desarrollo para las localidades; de esta manera podrá ser aprovechada la cercanía y la variedad de insumos, así como el gran volumen de trabajadores. Los costos de traslado se pueden reducir al apoyarse en la proveeduría, una solución que podría posibilitar la generación de economías de escala.

Actualmente, la Secretaría de Economía del gobierno mexicano posee el Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM), el cual suministra información oportuna y confiable sobre las características de las industrias y registra su ubicación y actividades productivas en los diferentes sectores económicos. El sistema contiene un directorio de empresas, 206 cámaras empresariales, contempla la relación entre empresa y actividad económica y establece la relación de

la cadenas productiva. Es importante señalar que el número de empresas que se encuentran registradas en el SIEM, respecto del número de empresas existentes, según el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) de INEGI, es muy bajo; los resultados difieren por tamaño de empresa y entidad, como puede ser apreciado en el cuadro 5 y en la gráfica 6. Al dar respuesta a los procesos de la dinámica global, algunas micro y pequeñas industrias evolucionan con el tiempo, mientras que las medianas y grandes industrias tienden a coevolucionar ante la posibilidad de generar la relación entre empresas.

EVOLUCIÓN Y ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL VÍA LA SUBCONTRATACIÓN

Desarrollo y potencial industrial

Las empresas transitan de una "fase inicial" por la variedad de actividades productivas que realizan, por su capacidad de recursos humanos con un grado de cualificación y por la vinculación en la colaboración a través de la subcontratación de procesos con otras industrias. Inician una segunda "fase de innovación" y desarrollo tecnológico en la que las industrias se apropian y adquieren mayor conocimiento de alta especialización, lo que genera que las micro y pequeñas industrias sigan creciendo e iniciando "fases de maduración"; además, se promueven espacios con mayor potencial para contratar y ser subcontratadas. La fase de maduración implica que las empresas no sólo respondan a las necesidades locales y nacionales, sino que se externalice la organización y los procesos productivos al concebir una diversidad de mercados tanto locales como nacionales y globales.

El análisis encontró diferencias proporcionales de las industrias registradas en el SIEM; las entidades más sobresalientes en registro, como se aprecia en la tabla del cuadro 5, son Aguascalientes (13.5%), Baja California (12.4%), Chihuahua (39.6%), Distrito Federal (12.6%), Guanajuato (11.8%) y Quintana Roo (14.5%). Estas industrias cuentan con una mayor capacidad para establecer relaciones económicas

de contratación industrial, mientras que el resto de los estados presenta una proporción menor a 10%. Los resultados muestran que la capacidad y las estrategias gubernamentales establecidas en cuanto a organización de las industrias no han tenido el efecto esperado referente a los encadenamientos productivos; existe insuficiencia de información por parte de las empresas y sistemas, tanto públicos como privados, por lo que sólo se cuenta con directorios empresariales y de proveedores; se desconocen así las relaciones entre ellas, por lo que se puede suponer de primera mano que entre más se incrementa el tamaño de la industria, mayor será la capacidad para ser subcontratada.

Las *micro industrias* presentan proporciones menores a 10%; sólo Chihuahua y Quintana Roo tuvieron valores significativos, 35.3% y 14.9% respectivamente. En cuanto la *pequeña industria*, la mitad de los estados superaron 20%, los estados como Aguascalientes (38.6%), Chihuahua (59.7%), Guanajuato (40.6%), Jalisco (33.9%), Puebla (33.3%) y Tabasco (51.8%) fueron de los más representativos del resto de las entidades.

Para las *medianas industrias*, los valores sobrepasan 30% en casi la totalidad de las entidades; en comparación, ocho estados como Aguascalientes (64.9%), Baja California (51.4%), Chihuahua (92.5%), Guanajuato (64.6%), Hidalgo (50.9%), Puebla (50.9%), Tlaxcala (59.0%) y Yucatán (56.4%) presentaron las mayores proporciones. Por último; las *grandes industrias*, ubicadas en 11 estados: Aguascalientes (65.3%), Baja California (56.2%), Chihuahua (67.5%), Colima (50.0%), Distrito Federal (60.9%), Estado de México (50.2%), Guanajuato (55.6%), Guerrero (50.0%), Morelos (50.0%), Tamaulipas (55.6%) y Tlaxcala (83.9%), son las más sobresalientes; su capacidad les permite contratar y subcontratar grandes cantidades de procesos y personas; dinámica y demanda les exigen hacerlo, debido a la intensidad próxima del *core productivo*.

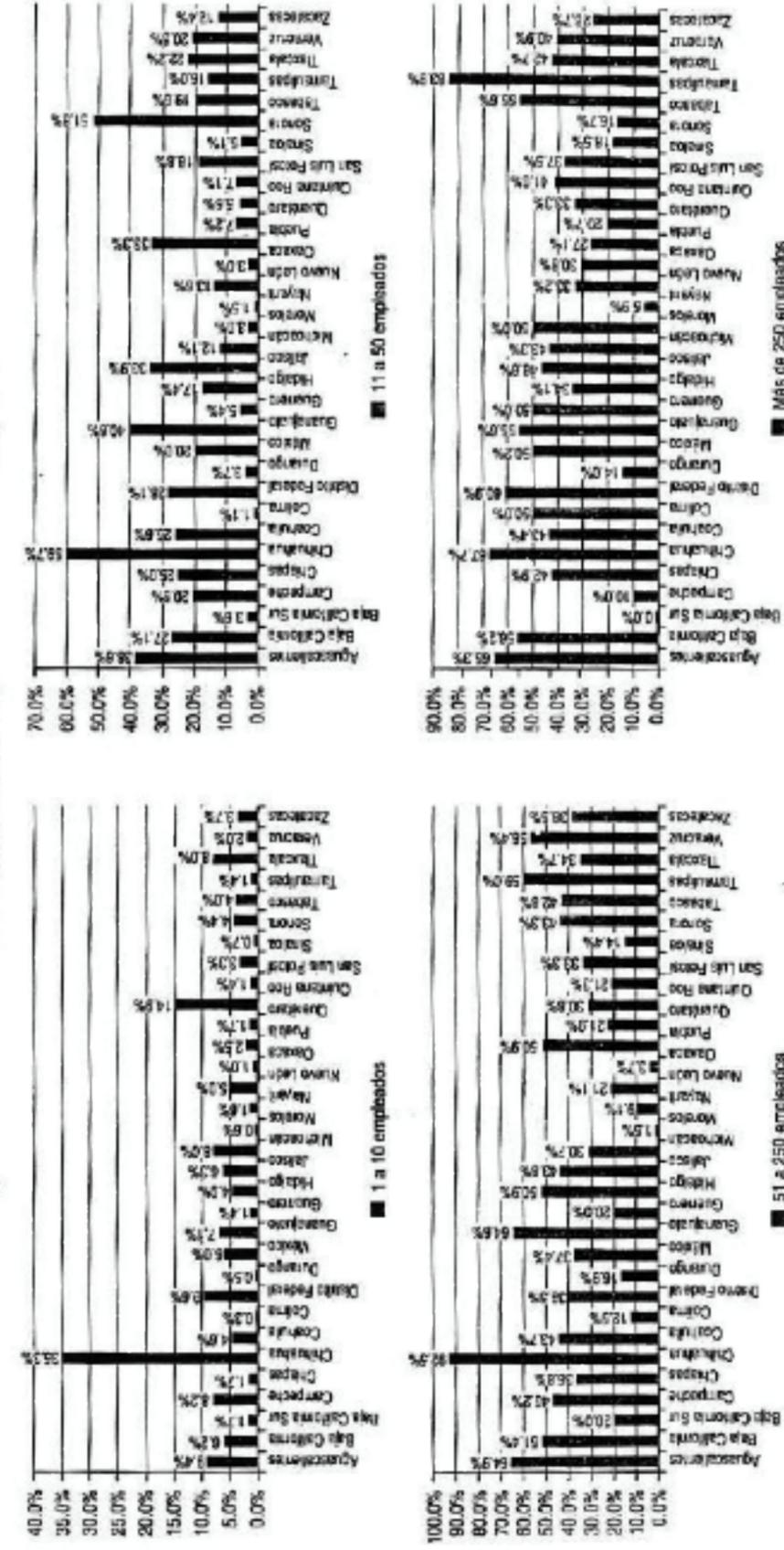
En la gráfica 6 sobresalen los estados con mayor número de industrias susceptibles a ser contratadas o subcontratadas. Dentro de las microempresas (de 1 a 10 empleados) destaca el estado de Chihuahua; en la pequeña industria (de 11 a 50), Chihuahua y Tabasco; en la mediana (de 51 a 250) sobresalen, con un porcentaje mayor de 50,

Cuadro 5
 Proporción de empresas: Sistema Empresarial Mexicano (SE)
 versus Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE-INEGI)

Entidades	Tamaño de empresas por número de empleados				
	Micro (0-10)	Pequeña (11-50)	Mediana (51-250)	Grande (más de 250)	Total
Aguascalientes	9.4%	38.6%	64.9%	65.3%	13.5%
Baja California	6.2%	27.1%	51.4%	56.2%	12.4%
Baja California Sur	1.7%	3.6%	20.0%	0.0%	1.9%
Campeche	8.2%	20.5%	46.2%	10.0%	8.7%
Chiapas	1.7%	25.0%	36.8%	42.9%	2.1%
Chihuahua	35.3%	59.7%	92.5%	67.5%	39.6%
Coahuila	4.6%	25.6%	43.7%	43.4%	7.7%
Colima	0.3%	1.1%	12.5%	50.0%	0.4%
Distrito Federal	9.6%	28.1%	39.5%	60.9%	12.6%
Durango	0.5%	3.7%	16.9%	14.0%	1.2%
Estado de México	6.0%	20.0%	37.4%	50.2%	7.5%
Guanajuato	7.1%	40.6%	64.6%	55.6%	11.8%
Guerrero	1.4%	5.4%	20.0%	50.0%	1.4%
Hidalgo	4.9%	17.4%	50.9%	34.1%	6.1%
Jalisco	6.3%	33.9%	43.8%	46.6%	9.8%
Michoacán	8.0%	12.1%	30.7%	43.3%	8.3%
Morelos	0.6%	3.0%	1.5%	50.0%	0.8%
Nayarit	1.6%	1.5%	9.1%	5.9%	1.7%
Nuevo León	5.0%	13.6%	21.1%	33.2%	7.5%
Oaxaca	1.0%	3.0%	3.7%	30.8%	1.0%
Puebla	2.5%	33.3%	50.9%	27.1%	4.0%
Querétaro	1.7%	7.2%	21.9%	20.7%	3.2%
Quintana Roo	14.9%	5.6%	30.8%	33.3%	14.5%
San Luis Potosí	1.4%	7.1%	21.3%	41.0%	2.4%
Sinaloa	3.3%	18.8%	33.3%	37.5%	4.4%
Sonora	0.7%	5.1%	14.4%	18.5%	1.4%
Tabasco	4.4%	51.8%	43.3%	16.7%	6.0%
Tamaulipas	4.0%	19.6%	42.8%	55.6%	6.5%
Tlaxcala	1.4%	16.0%	59.0%	83.9%	2.6%
Veracruz	8.0%	22.2%	34.7%	42.7%	8.6%
Yucatán	2.0%	20.5%	56.4%	40.9%	2.8%
Zacatecas	3.7%	12.4%	38.5%	26.7%	4.1%

FUENTE: elaboración propia con datos de Secretaria de Economía (2013b) e INEGI (2012).

Gráfica 6
 Proporción de empresas en los estados con posibilidad de subcontratarse,
 por tamaño de establecimiento en activo por entidad federativa, 2012



FUENTE: elaboración propia con datos de la Secretaría de Economía (2013b) e INEGI (2012).

ocho estados antes descritos, y en la grande, con más de 251 empleados, 11 estados.

Fortalecimiento al sector empresarial

Existen diversos programas gubernamentales de la Secretaría de Economía (SE) que fortalecen la dinámica y desarrollo de la industria y posibilitan la generación de mayores relaciones económicas entre las empresas: los Programas de Promoción Sectorial (Prosec), Programa de Competitividad en Logística y Centrales de Abasto (Prololgyca), Programa para el Desarrollo de las Industrias de Alta Tecnología (Prodiat), Fondo de Apoyo para la Micro, Pequeña y Mediana Empresa (Pyme), Programa para el Desarrollo de la Industria del Software (Prosoft) y Programa de Desarrollo a Proveedores, entre otros. Estos programas contemplan el fomento a la exportación; simplificar y brindar facilidades para el desarrollo de las industrias; lograr importación preferencial; la incorporación de mejores prácticas en logística; contribuir al desarrollo y transferencia tecnológica, así como apoyos económicos para la inversión de las Pymes y consolidar las cadenas productivas que serán utilizadas para contratar y/o subcontratar a nuevas empresas, ya sea en el ámbito nacional o en el internacional.

Además de esto, se han incorporado el Programa de Estímulos a la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación; Fondos Mixtos, y Fondos Sectoriales, financiados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). Por parte del Banco Nacional de Comercio Exterior (Bancomext), se ofrecen servicios financieros para capital de trabajo; equipamiento; créditos a proyectos de inversión; construcción y arrendamiento de naves industriales, y crédito estructurado y corporativo. Existen también el Programa de Cadenas Productivas, Programa Garantías, Programa de Apoyo a Empresas Desarrolladoras de Software y el Programa de Apoyo a Proyectos Sustentables, respaldados por Nacional Financiera (ProMéxico, 2011). Todo ello da la posibilidad a las empresas de fortalecerse y desarrollar innovaciones productivas necesarias, facilitando su etapa de crecimiento y coevolución (Ter Wal y Boschma, 2011) y permitiendo, a su vez, su existencia a largo plazo.

Organización y desarrollo de la industria en Chihuahua y Baja California

En 1973 se constituyó la organización civil Desarrollo Económico del estado de Chihuahua (Desec), con una visión empresarial local, compuesta por miembros de la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (Canacintra) y apoyados del Grupo Chihuahua (Ruiz, 2000). Su objetivo fue generar estrategias concretas para que los tres niveles de gobierno pudieran brindar todas las facilidades en la instalación de más empresas. La coordinación que se generó entre los intereses gubernamental y empresarial dio lugar al impulso necesario para la reconfiguración de la industria y las localidades. Esta estrategia integró y desarrolló la promoción y atracción de inversión extranjera, así como la generación de nuevas empresas e infraestructura. En Chihuahua, la "Administración 1992-1998 en coordinación con empresas consultoras del sector privado, la Dirección General de Fomento Económico del Gobierno del Estado, el Desarrollo Económico del Estado de Chihuahua, A.C., y Desarrollo Económico de Ciudad Juárez, A.C., generaron el Plan Estratégico de Acción para el desarrollo económico del estado de Chihuahua entre enero de 1993 a marzo de 1994" (Ruiz, 2000). Esta planeación no sólo dio impulso, sino que preparó a Chihuahua y a Ciudad Juárez para lograr una mayor integración con el inicio del TLCAN a partir de 1994; históricamente, la industria maquiladora se incrementó de manera sustancial.

Como antecedente para Baja California, en diciembre de 1995 se implementó el Acuerdo para la Desregulación de la Actividad Empresarial del Estado (ADAEE) (García, 2010), el cual establece para todas las dependencias y entidades del Poder Ejecutivo Estatal llevar a cabo procesos de simplificación —similares a los realizados por el gobierno federal— en todos los trámites y regulaciones que afecten el proceso de apertura de negocios. Diez años después, en 2005, el Congreso del estado aprobó la iniciativa del gobernador para emitir la Ley de Fomento a la Competitividad y el Desarrollo Económico del Estado mediante la instrumentación de estímulos a la inversión privada y el diseño de una política de desarrollo empresarial, por lo que empresas de manera individual buscaban la forma de consolidar-

se. Es importante señalar que existen organismos empresariales de la industria maquiladora, apoyados por programas financieros, que en los últimos años han posicionado a Baja California como uno de los estados que cuenta con más establecimientos del programa de la industria manufacturera.

Producción de la industria bruta manufacturera

La producción industrial ha sido diversa y su valor bruto ha representado importantes contribuciones económicas para las ciudades y entidades de la república mexicana. Según los censos económicos de INEGI, el valor proporcional de la producción industrial de las industrias manufactureras de Ciudad Juárez, en relación con todo el estado de Chihuahua fue, en el año de 1999, de 51.1%; en el año 2004 fue de 50.6%, y en 2009 de 51.5%. Por lo tanto, las actividades manufactureras que se desarrollan en Ciudad Juárez son determinantes para la producción bruta total del estado y los valores han permanecido constantes. La producción industrial bruta de esta ciudad fue de 63.7%, con referencia a las otras actividades económicas de los sectores. La proporción del municipio de Chihuahua representó para el estado 33.4% en 1999, 24.5% en 2004 y 35.2% en 2009. Se debe notar que, en comparación con las demás actividades económicas que se realizan en la localidad, la industria manufacturera es relevante en 39.3 por ciento.

En Baja California, las industrias manufactureras se encuentran ubicadas en Tijuana y Mexicali, localidades que cuentan con el mayor dinamismo económico, de acuerdo con los censos económicos de INEGI. La industria manufacturera en Tijuana trajo consigo una producción industrial bruta con importantes contribuciones a la economía: en 1999 contribuyó con 43.8%, en 2004 con 50.7% y en 2009 con 52.3%. La producción industrial, en comparación con las demás actividades económicas que se desarrollan en el municipio, concentró para el último censo una producción proporcional de 52.5 por ciento.

Mexicali, como segundo municipio con mayor actividad, tuvo una producción bruta total para el estado de Baja California, en el año 1999, de 41.7 por ciento; en 2004, de 37.3%, y en 2009, de 35.8%. La

industria manufacturera ha contribuido en producción, respecto de las demás actividades productivas, con 43.3%. Si bien el porcentaje de participación de Mexicali dentro del total de industrias manufactureras de Baja California ha ido disminuyendo, este valor sigue siendo importante para la entidad, resultado del elevado número de parques industriales que albergan a las industrias manufactureras, tanto en Tijuana como en Mexicali.

Industria maquiladora, manufactura y servicios de exportación

Es importante aclarar que las cifras proporcionadas por el Banco de Información Económica de INEGI se encuentran en dos series de tiempo: la primera es la industria maquiladora de exportación (IME), que abarca de 1980 a 2006; la segunda se refiere al Programa para la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación (Immex), la cual se encuentra actualizada. El programa Immex, creado en 2006 (INEGI, 2013a), contempla a las unidades económicas autorizadas por la Secretaría de Economía que elaboran, transforman o reparan bienes importados temporalmente para realizar una exportación posterior y/o brindar algún servicio de exportación. Immex integra a los extintos Programas para el Fomento y Operación de la Industria Maquiladora de Exportación y el de Importación Temporal para Producir Artículos de Exportación (Pitex), mismos que reunían a un importante grupo de unidades económicas, centradas actualmente en la manufactura.

Las industrias que existen en México elaboran una gran diversidad de bienes; sin embargo, las grandes industrias manufacturadas, con una población de 251 personas a más, son las que en mayor medida se han favorecido con la apertura económica —los beneficios del tratado de libre comercio en la inserción al mercado mundial—; mientras que algunas micro, pequeñas y medianas empresas han quedado rezagadas en los procesos de desarrollo económico (García y Wilde, 1999).

En cuanto a la industria maquiladora de exportación, según INEGI (2013a) para el año 1990, el estado de Chihuahua contó con 311 es-

tablecimientos activos, laborando una población de 163 952 personas; en el año 2000 se incrementó a 446 establecimientos con 319 013 personas, reflejando una tasa de crecimiento de 43.5% de las industrias, a un ritmo medio anual de 3.6%, y un crecimiento de 94.5% en el número de empleos a un ritmo anual de 6.4% durante diez años. Las crisis siguientes generaron inestabilidad durante el periodo 2001-2003. La industria maquiladora de exportación pasó de 446 establecimientos, en el año 2000, a 401 en el año 2006, reduciéndose así 10 352 empleados. Ahora bien, las series actualizadas de INEGI reflejaron que, de acuerdo con la asociación compuesta de Immex, los establecimientos que perduraron desde el año 2007 hasta 2012 conforman 477 unidades, con una población empleada de 271 750 personas. En esta última década los establecimientos de la industria manufacturera en Chihuahua se incrementaron en 6.9%, mientras que el empleo se redujo en -14.8 por ciento.

Para el estado de Baja California, según INEGI (2013a), la industria maquiladora de exportación, en 1990, contó con 640 establecimientos, cantidad superior a la registrada en la entidad de Chihuahua. Es importante señalar que la población empleada en la IME de Baja California fue de 87 657 personas, casi la mitad de la población de la IME en Chihuahua, lo que refleja que las plantas industriales que se localizan en Chihuahua son menor en cantidad pero de mayor tamaño en el número de trabajadores durante todo el análisis que aquí se presenta. La tasa de crecimiento presentada en el número de establecimientos, de 1990 a 2000, fue de 90.5% a un ritmo de 6.2% anual, pasando de 640 a 1 218 establecimientos. En comparación con la registrada en el estado de Chihuahua, de 43.5% de establecimientos en activo, Baja California presentó un crecimiento significativo de 87 656 personas, en 1990, a 278 215 para el año 2000; es decir, un crecimiento de 217% a un ritmo anual de 10.41%. Igualmente, la crisis tuvo su efecto reduciendo el número de industrias maquiladoras a 906, en el año 2006, y perdiendo alrededor de 29 290 empleados. Con las cifras actualizadas por INEGI que contempla la Immex se registraron 1 027 establecimientos durante los años 2007 y 2008, reduciéndose posteriormente a 912 unidades en 2012, mientras que el número de empleados llegó a 230 821 personas. Tomando como refe-

rencia los diez años posteriores al año 2000, los establecimientos industriales en Baja California se han reducido -25%, y el empleo en -17%, con ritmos anuales, respectivamente, de -2.4% y -1.6 por ciento.

Con mayor detalle, comparando los municipios fronterizos, en Ciudad Juárez la industria maquiladora de exportación tuvo un fuerte impulso, esta industria representa, para el estado de Chihuahua, en promedio 70% desde 1990. De acuerdo con el INEGI, en 1990 se contó con 238 establecimientos, con una capacidad de 122 231 trabajadores, posterior a diez años, en el año 2000 las datos mostraron que se incrementó a 308 establecimientos con una tasa de crecimiento de 29.6%, anualmente de 2.6%, laborando 249 380 personas a una tasa de 104%, a un ritmo de 6.8%. Entre los años 2000 y 2012, los establecimientos pasaron de 308 a 323, crecimiento de 4.9%, anualmente de 0.9%, mientras que el empleo presentó mayor vulnerabilidad reduciéndose en un -24.5%, a un ritmo de -2.2% anual, pasando de 249 380 a 188 968 trabajadores.

En el municipio de Chihuahua, la industria maquiladora de exportación tuvo un fuerte impulso; esta industria representa, para el estado de Chihuahua, en promedio 19.7%. En el año 1990 esta industria concentró a 52 establecimientos con una capacidad de 29 307 trabajadores; en el año 2000 se incrementó a 84 unidades, laborando 51 170 personas a un ritmo de crecimiento de 61.5% en establecimientos y 74.6% en empleos. Año con año se incrementó a una tasa media anual de 4.7% y 5.4% respectivamente; luego, entre los años 2000 y 2012, los establecimientos pasaron de 84 a 94, a una tasa de 11.4% con ritmo anual de 0.9%, dando oportunidades laborales a 622 020 personas, con un crecimiento de 21.2% y anual de 1.6%. Si bien ha habido importantes variaciones durante todo el periodo, la apertura de 42 empresas pareciera ser baja en términos absolutos; no obstante, este crecimiento se produce en el tamaño grande de empresa, que representa un crecimiento de 80% (2.6%) y un incremento de la fuerza laboral de alrededor de 32 713, a una tasa de 111.6% durante 22 años (3.3 por ciento).

Correspondiente al municipio de Tijuana, la Immex contribuyó a la entidad con 65% en 1990, y con 60% para 2012. En 1990 el número de establecimientos de la industria maquiladora de explotación re-

gistrado fue de 414, mismo que se fue incrementando sustancialmente para el año 2000, cuando ascendió a 788, con un ritmo de crecimiento de 90%, que anualmente significó 6.2%; el empleo se triplicó de 59 870 a 188 054 personas, con una tasa de 214.1%, ritmo medio anual de 10.3%. Sin embargo, en los 12 años posteriores, debido a los cambios económicos y la reorganización de las actividades, la industria se redujo en -31.1%, para permanecer con 543 establecimientos en activo y una población de 154 134 empleos, con una pérdida de 33 920 trabajadores correspondiente a una proporción de -18 por ciento.

En el caso de Mexicali, la Immex contribuyó históricamente, desde 14.5% en 1990, hasta 19% en 2012. En promedio, la industria de Mexicali representó 21.7% respecto de las industrias del estado de Baja California durante todo el periodo de análisis. Mexicali incrementó, de 121 industrias maquiladoras de exportación en 1990, a 194 en el año 2000, a una tasa de crecimiento de 59.8% con un ritmo de 4.6% anual. El empleo pasó de 20 729 a 62 938 personas, crecimiento sustancial de 203.6% que anualmente, en promedio, fue de 10.3%; igualmente, debido a los contrastes económicos, que impactaron en las actividades productivas, el número de establecimientos de la industria se redujo -21.5%, para permanecer con 152 establecimientos en activo —y una pérdida de población de 14 307 personas (-22.7%)—, donde actualmente laboran 48 631 empleados. Esta dinámica puede percibirse en el cuadro 6, donde es posible observar, de manera general, un mejor desarrollo para el estado de Chihuahua en comparación con el estado de Baja California.

El número de establecimientos y de empleos de la industria maquiladora, manufacturera y los servicios de exportación, tanto para el estado de Chihuahua como para Baja California, se incrementó de forma significativa durante el periodo 1990-2000. En los últimos años, Chihuahua continuó creciendo a un ritmo bajo pero sin dejar de ser importante, 6.9%, mientras que el empleo se redujo en -14.8%. En cuanto a Baja California, el número de empresas y la fuerza laboral se redujeron en -25% y -17%, respectivamente, en los últimos años.

Tanto Ciudad Juárez como Chihuahua tuvieron crecimientos importantes en establecimientos y empleos durante el periodo 1990-2000; los 12 años siguientes, Ciudad Juárez tuvo un crecimiento en el número

Cuadro 6
Dinámica de industria y empleo, 1990-2012

Entidad	Periodo				TCMA	
	1990	2000	2012	1990-2000	2000-2012	
Chihuahua	311	446	477	3.6	0.6	
Establecimientos	163 953	319 014	271 750	6.4	-1.3	
Empleos	640	1218	912	6.2	-2.4	
Baja California	87 657	278 215	230 821	10.4	-1.6	
Municipios						
Ciudad Juárez	238	308	323.25	2.6	0.4	
Establecimientos	122 231	249 380	188 068	6.8	-2.3	
Empleos	52	84	94	4.7	0.9	
Chihuahua,	29 307	51 170	62 020	5.4	1.6	
Empleos	414	788	543	6.2	-3.1	
Tijuana	59 870	188 054	154 134	10.3	-1.7	
Empleos	121	194	152	4.6	-2.0	
Mexicali	20 729	62 938	48 631	10.1	-2.1	
Empleos						

FUENTE: elaboración propia con datos del Banco de Información Económica 1990-2012, en INEGI (2013a).

de empleos de 4.9% y una reducción de la fuerza laboral de -24.5%. Por su parte, Chihuahua creció en ambas características: 11.4% en establecimientos y 21.2% en empleo. Cabe señalar que el mercado para el municipio de Chihuahua se encuentra mayormente consolidado hacia otros territorios, en comparación con los municipios de Tijuana y Mexicali, los cuales, durante los primeros años, igualmente tuvieron importantes crecimientos; conforme fueron pasando los años se agudizó la dependencia con los estados de California, para Baja California, y Texas, para Chihuahua. Según estimaciones de la base de información de Economagic (2013b), Texas ha tenido un crecimiento acumulado de 119.4% en la producción industrial manufacturera, mientras que California de 83.1%; en cuanto a las recesiones en la economía estadounidense de esta industria manufacturera, el estado de Texas acumuló reducciones de -27.4% y el estado de California de -32.7%. Por tanto, el impacto de la producción de California tuvo un mayor efecto en el número de establecimientos de -31.1% y en el número de empleos de -18%, para Tijuana, y de -21.5% y -22.7%, para Mexicali.

Analizando los datos obtenidos del Banco de Información Económica (BIE) de INEGI, en todo el país, de 2007 a 2012 el personal ocupado en Immex representó 80% en la modalidad de personal contratado directamente y 20% subcontratado, estas cifras han permanecido similares durante los últimos años. Para el estado de Chihuahua, la subcontratación se incrementó pasando a proporciones de 11.8% en el año 2007, a 15.4% en 2012: un crecimiento de 3.6%. Para el estado de Baja California, los resultados arrojaron una baja proporción de la subcontratación, con mayor crecimiento pues pasó de 2.8%, en el año 2007, a 7.0% en el año 2012: un crecimiento de 4.2%. Estas cifras muestran una mayor respuesta, por parte de las empresas, ante las necesidades administrativas y operativas. En el nivel municipal, Ciudad Juárez incrementó el número de empleados en la modalidad de subcontratación, pasando de 8.8% en el año 2007, a 13.8% en 2012. El municipio de Chihuahua se redujo de 29.5% a 24.3%; mientras que el municipio de Mexicali incrementó de 5.3%, en 2007, a 10.8%. El municipio de Tijuana tuvo proporciones muy bajas, de 2.4 a 6.2 por ciento.

Diversidad empresarial a través de DENUE

Existe una gran cantidad de pequeñas y medianas industrias como puede observarse en las tablas del anexo para los municipios de Juárez, Chihuahua, Tijuana y Mexicali. En este apartado sólo se describen las grandes industrias, debido a que son éstas las que se encuentran mayormente relacionadas con las cadenas productivas globales; sin embargo, conforme va creciendo el tamaño de las industrias, la cantidad de establecimientos se reduce, se incrementa el número de empleos y se redefinen las actividades tendientes a la especialización. En Ciudad Juárez (véase el cuadro A1 del anexo), las grandes industrias manufactureras tienen una especialización en cinco actividades; resalta la fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios eléctricos, con el valor más alto en proporciones del tamaño de industria, con 25.3%. De manera parecida lo realiza la industria de la fabricación de equipo de transporte, con 24.1%; seguido de las industrias de fabricación de accesorios, aparatos electrónicos y equipo de generación de energía eléctrica (14.7%); industria de plástico y del hule (5.9%); finalizando con 11.8% en otras industrias que no están claramente clasificadas por INEGI.

En Chihuahua (véase el cuadro A2 del anexo), la gran industria manufacturera se concentró en la fabricación de equipo de transporte, contando con una proporción significativa de 44.7%; le sigue la fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos, con 23.4%; luego, la industria alimentaria, con 8.5%, misma que en todos los tamaños ha sido representativa, y por último, otras industrias manufactureras, con 6.4 por ciento.

En el municipio de Mexicali (véase el cuadro A3 del anexo) las grandes industrias manufactureras figuran con los mismos resultados de Ciudad Juárez; la mayor especialización se produce en cinco tipos de actividades, con mayor atención a la fabricación de equipo de computación, comunicación, medición, y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos, con un 24.6%; seguido de la fabricación de productos metálicos y fabricación de equipo de transporte (13.1%); fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación

de energía eléctrica (8.2%), y otras industrias manufactureras con 9.8%, las cuales no fueron claramente identificadas por INEGI.

Por último, el municipio de Tijuana (véase el cuadro A4 del anexo), según DENU (INEGI, 2012), en la gran industria las actividades que resaltan en especialización, por contener un gran volumen de trabajadores, son la fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos, con 23.7%; industria del plástico y del hule y fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica (8.6% cada una); fabricación de muebles, colchones y persianas (7.2%); industria alimentaria y fabricación de productos metálicos (5.9%, ambas), y por último, otras industrias manufactureras, con 21.7 por ciento.

CONCLUSIONES

El trabajo exploró la dinámica económica regional y local en las dos entidades más importantes del norte de México, considerando el origen y la evolución de la importancia en las dos entidades seleccionadas. En este sentido, encontramos que la heterogeneidad de las capacidades económicas de carácter regional y local es producto de la evolución de las industrias, las capacidades de las empresas, de su proximidad geográfica y de su evolución y transformaciones específicas en las redes de movilidad inter e intrafirma, así como de la organización empresarial.

En la primera parte del trabajo realizamos una identificación regional y local del desarrollo económico fronterizo y la descripción de las características económicas específicas de los estados de Baja California y Chihuahua. Las dos primeras entidades del país se encuentran ligadas a la economía de Estados Unidos, cuya evolución económica y territorial, históricamente, ha dado lugar a la expansión de relaciones globales de producción en las cuatro zonas metropolitanas del país que analizamos. Los resultados confirmaron una integración importante de las economías de ambas entidades con la economía global; en términos de la dinámica económica, durante la primera década del siglo XXI destaca el impacto negativo para la producción y la dis-

tribución del empleo en estas dos regiones y cuatro zonas urbanas del país.

Explorar en los instrumentos del análisis regional y local, en primer lugar, y adicionar instrumentos de análisis de competitividad local de carácter multivariado, posteriormente, fueron útiles para conocer aspectos claves del desarrollo institucional, económico, demográfico y urbano-ambiental de las cuatro zonas metropolitanas dinámicas del país. El ejercicio permitió identificar diferencias de competitividad y especialización, así como las ventajas de la organización de las redes de las diferentes ramas económicas en cada una de las zonas metropolitanas estudiadas. Se exploró también la información estadística disponible para evaluar la estructura dinámica de la gestión y de la administración económica.

Es importante señalar que la subcontratación ha permitido a las empresas incursionar en una dinámica diferente, que pudiera promover en cierto grado la innovación tanto de un proceso administrativo como de uno productivo, con implicaciones en el crecimiento de las actividades y del personal. El potencial que representa la subcontratación para muchas industrias seguirá descubriéndose en relación con la capacidad que éstas tengan para posicionarse en las cadenas productivas: las experiencias muestran buenos resultados. El apoyo de los programas nacionales e internacionales ha ocasionado una dinámica de organización industrial distinta, la cual desde el plano local, estatal y nacional, se proyecta de manera global.

Las relaciones entre empresas, al generarse una interdependencia sustentada en las potencialidades locales, impulsarán, para las pequeñas industrias, en un esquema racional empresarial, una búsqueda de la profesionalización que las involucre en la competitividad internacional. Las proporciones revisadas mostraron que la industria presentó una producción bruta importante, tanto en diversidad de actividades como en cantidad de personas empleadas.

Si bien las estrategias de asociación, claramente, no son propiciadas por el Estado, la racionalidad empresarial motiva a las empresas a buscar las alternativas necesarias para establecer los canales de distribución, quedando justificado ante las bajas proporciones en los registros de los sistemas gubernamentales de subcontratación empresarial.

Los directorios existentes no aprovechan todo el potencial que ofrecen los sistemas de información: se sabe el número y ubicación de las empresas, pero se desconoce las interacciones entre ellas.

Las industrias deberán, junto con el gobierno y asociaciones de todo ámbito, establecer las mejores prácticas, tal como sucedió en el estado de Chihuahua, y no dejar al libre albedrío una dinámica sin planeación económica, puesto que repercute en el desconocimiento de los perfiles ocupacionales y productivos de la región.

La frontera como región deberá promover un desarrollo hacia dentro —como lo ha venido haciendo—, pero se requiere de mayor intensidad, debido a que la fuerte dependencia con Estados Unidos —sobre todo cuando este país atraviesa importantes inestabilidades— trae como consecuencia que los estados del norte se vuelvan vulnerables, afectando a un gran volumen de población empleada en el sector industrial.

Por ello, es indispensable que se establezca una política industrial que consolide a los estados colindantes nacionales y propicie un mejor desarrollo, acrecentando las relaciones y ventajas que cada entidad pudieran tener, dentro de los contextos nacional e internacional.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ AYUSO, Inmaculada C.; OSVALDO U. BECERRIL-TORRES, Laura E. del MORAL-BARRERA (2011), "Efectos derrame interestatales y transfronterizos de la red de carreteras. Un estudio para México", en *Frontera Norte*, vol. 23, núm. 46, julio-diciembre, Tijuana, México, El Colegio de la Frontera Norte, pp. 61-89.
- BANCO DE MÉXICO (2011), "Producto Interno Bruto a precios de mercado", en <<http://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CR111§or=2&locale=es>>.
- (2013), "Producto Interno Bruto a precios de mercado", en <<http://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CR111§or=2&locale=es>>.

- BENKO, Georges y Alain LIPIETZ (1992), *Les régions qui gagnent: districts et réseaux, les nouveaux paradigmes de la géographie économique*, París, PUF.
- BLECKER, Robert A. y Gerardo ESQUIVEL (2013), "Trade and the Development Gap", en Andrew Selee y Peter H. Smith (eds.), *Mexico and the United States. The Politics of Partnership*, Boulder, Lynne Rienner Publishers.
- BOLSA DE SUBCONTRATACIÓN INDUSTRIAL DE LA CÁMARA DE COMERCIO DE BARCELONA (2010), *Estudio sobre el sector del automóvil y aeronáutico en EE.UU.*, Barcelona.
- BOSCHMA, Ron A. y Koen FRENKEN (2006a), "Why is Economic Geography not an Evolutionary Science? Towards an Evolutionary Economic Geography", en *Journal of Economic Geography*, vol. 6, núm. 3, pp. 273-302.
- (2006b), "Applications of Evolutionary Economic Geography", en *DRUID Working Papers*, núm. 06-26, pp. 1-28.
- CABELLO, Adalberto y Rafael REYES (2003), "La red de subcontratación sustentable: categoría organizacional y social para las PYMES en México", en *Administración y Organizaciones*, vol. 10, año 5, julio, pp. 67-76.
- CABRERO, Enrique (2009), *Competitividad de las ciudades en México. La nueva agenda urbana*, México, CIDE/Secretaría de Economía.
- (2012), *Retos de la competitividad urbana en México*, México, CIDE.
- ; Isela ORIHUELA J. y Alicia ZICCARDI (2009), "Competitividad urbana en México: una propuesta de medición", en *Eure. Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales*, vol. 35, núm. 106, Santiago de Chile, pp. 79-99, disponible en <<http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612009000300005>>.
- CALLEROS, Carlos A. (2005), "Metodología para la implementación de *outsourcing* en la empresa promotora de vivienda en México", tesis de maestría en Administración de la Construcción, Chihuahua, Instituto Tecnológico de la Construcción.
- CAMARENA L., Margarita (1990), "Homogeneización del espacio", en *Revista Mexicana de Sociología*, UNAM, vol. 52, núm. 3, pp. 35-48.

- CARRILLO, Jorge (2007), "Las generaciones de empresas maquiladoras: una revisión crítica", en *Cahiers des Amériques Latines*, núm. 56, pp. 27-43.
- ; Alfredo HUALDE y Daniel VILLAVICENCIO (2012), *Dilemas de la innovación en México. Dinámicas sectoriales, territoriales e institucionales*, Tijuana, Baja California, El Colegio de la Frontera Norte.
- CASTELLS, Manuel (1996), *The Rise of the Network Society. The Information Age. Economy, Society, and Culture*, vol. I, Oxford, Blackwell Publishers.
- CHIQUIAR, Daniel y Manuel RAMOS-FRANCIA (2008), "A Note on Mexico and U.S. Manufacturing Industries' Long-Term Relationship", México, Working Paper, 2008-08, Banco de México.
- CLAVIJO, Fernando (1984), *Reformas económicas en México, 1982-1999*, México, El Trimestre Económico-FCE/CEPAL/Estrategia y Análisis Económico Consultores, S. C.
- COATSWORTH, John (1984), *El impacto económico de los ferrocarriles en el porfiriato: crecimiento contra desarrollo*, México, Era.
- (1990), *Los orígenes del atraso. Nueve ensayos de historia económica de México en los siglos XVIII y XIX*, México, Alianza Editorial Mexicana.
- DABAT, Alberto; Miguel Ángel RIVERA RÍOS y James WILKIE (2004), *Globalización y cambio tecnológico. México en el nuevo ciclo industrial mundial*, México/Guadalajara/Los Ángeles, UdeG/UNAM/UCLA/Juan Pablos.
- DÁVILA, Alejandro (2004), "México: concentración y localización del empleo manufacturero, 1980-1998", en *Economía Mexicana*, nueva época, vol. XIII, núm. 2, segundo semestre, CIDE.
- DEARDORFF, Alan y Simeon DJANKOV (2000), "Knowledge Transfer under Subcontracting: Evidence from Czech Firm", en *World Development*, vol. 28, núm. 10, pp. 1837-1847.
- DELAJARA, Marcelo (2012), "Sincronización entre los ciclos económicos de México y Estados Unidos. Nuevos resultados con base en el análisis de los índices coincidentes regionales de México", México, Working Paper, 2012-01, Banco de México.

- DICKEN, Peter (2007), *Cambio global: mapeo de los contornos cambiantes de la economía mundial*, Nueva York, The Guilford Press.
- DUTRÉNIT, Gabriela y Alexandre O. VERA-CRUZ (2007), "Acumulación de capacidades tecnológicas en la industria maquiladora de exportación: los casos Delphi, Philips y Thomson", en Arturo Á. Lara Rivera (coord.), *Co-evolución de empresas maquiladoras, instituciones y regiones: una nueva interpretación*, México, UAM/Porrúa, pp. 133-179.
- ECHEVERRÍA, Magdalena (1997), "Subcontratación de la producción y subcontratación del trabajo", en *Temas Laborales*, vol. 3, núm. 7, Santiago de Chile, Dirección del Trabajo.
- ECONOMAGIC (2013a), "Gross Domestic Product. Economic Time Series", en <www.economagic.com>.
- (2013b), "Series del Banco de Información Económica. Establecimientos y Empleos por Estado y Municipio", Serie de 1990 al 2012, disponible en <<http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>>.
- ERNST, Dieter (2010), "Innovación *offshoring* en Asia: causas de fondo de su ascenso e implicaciones de política", en Ma. de los Ángeles Pozas, Miguel Ángel Rivera Ríos y Alejandro Dabat (coords.), *Redes globales de producción, rentas económicas y estrategias de desarrollo: la situación de América Latina*, México, El Colegio de México.
- ESPELT, Ramón (2005), *La participación privada en el desarrollo de las infraestructuras en México*, Deloitte, disponible en <http://www.deloitte.com/assets/Dcom-Spain/Local%20Assets/Documents/Lineas%20de%20servicio/Infraestructuras/Art%C3%ADculos%20sobre%20LATAM/es_Particip_Privada_Infra_Mexico_Rev.II.pdf>.
- GAMBRILL, Mónica (2003), "El negocio de la subcontratación internacional en el acuerdo de libre comercio entre México y la Unión Europea", en *Aldea Mundo*, vol. 6, núm. 11, mayo-octubre, Venezuela, Universidad de los Andes, pp. 38-47.
- GARCÍA, Anselmo; Leonard MERTENS y Roberto WILDE (1999), *Procesos de subcontratación y cambios en la calificación de los*

- trabajadores (estudios de caso en México)*, Santiago de Chile, CEPAL.
- GARCÍA, Jacobo (2010), "Prácticas y políticas exitosas para promover la mejora regulatoria y el emprendimiento a nivel subnacional", Documentos de Trabajo de la OCDE sobre Gobernanza Pública, núm. 18, París, OCDE.
- GARZA, Gustavo (2010), "Competitividad de las metrópolis mexicanas en el ámbito nacional, latinoamericano y mundial", en *Estudios Demográficos y Urbanos*, vol. 25, año 3, núm. 75, septiembre-diciembre, pp. 513-588.
- GERMÁN-SOTO, Vicente y José Luis ESCOBEDO SAGAZ (2011), "¿Ha ampliado la liberalización comercial la desigualdad económica entre los estados mexicanos? Un análisis desde la perspectiva econométrico-espacial", en *Economía Mexicana*, nueva época, vol. XX, núm. 1, primer semestre, CIDE, pp. 37-77.
- GHELFI, Dona (2004), *Organización Mundial de la Propiedad Intelectual* (OMPI), disponible en <<http://www.wipo.int/sme/es/documents/outsourcing.htm>>.
- GONZÁLEZ, Ovidio (1990), "La construcción de carreteras y ordenamiento del territorio", en *Revista Mexicana de Sociología*, año LII, núm. 3, UNAM, pp. 40-68.
- GUITART, Laura (2005), "La ruptura de la cadena de valor como consecuencia de la subcontratación: de la subcontratación táctica a la estratégica. Una investigación cualitativa mediante el análisis de casos", tesis de maestría/doctorado en Ciencias Económicas y Empresariales, Barcelona, Universidad de Barcelona.
- HESS, Martin y Henry WAI-CHUNG YEUNG (2006), "Whither Global Production Networks in Economic Geography? Past, Present and Future", en *Environment and Planning A*, vol. 38, núm. 7, pp. 1193-1204.
- HESSE, Markus y Jean-Paul RODRIGUE (2006), "Global Production Networks and the Role of Logistics and Transportation", en *Growth and Change*, vol. 37, núm. 4, pp. 499-509.
- INSTITUTO MEXICANO PARA LA COMPETITIVIDAD (IMCO) (2012), *El municipio: una institución diseñada para el fracaso. Propuestas para la gestión profesional de las ciudades*, México, IMCO.

- INSTITUTO NACIONAL DE GEOGRAFÍA Y ESTADÍSTICA (INEGI) (1999), "XV Censos Económicos de INEGI", en <<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ce/ce1999/default.aspx>>.
- (2004), "XVI Censos Económicos de INEGI", en <<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ce/ce2004/default.aspx>>.
- (2009), "XVII Censos Económicos de INEGI", en <<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/censos/ce2009/default.asp?s=est&c=14220>>.
- (2012), "Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE)", en <<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/denue/default.aspx>>.
- (2013a), "Estadística mensual sobre establecimientos con Programa IMMEX", julio, en <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/economicas/manufacturera/default.aspx?_file=/est/contenidos/proyectos/registros/economicas/manufacturera/doc/ni_immex.pdf>.
- (2013b), "Series del Banco de Información Económica. Establecimientos y Empleos por Estado y Municipio", Serie de 1990 al 2012, en <<http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>>.
- KOOPMAN, Robert; William POWERS, Zhi WANG y Shang-Jin WEI (2010), "Give Credit Where Credit is Due: Tracing Value Added in Global Production Chains", en NBER Working Paper Series 16426.
- KRUGMAN, Paul (2010), "The New Economic Geography, Now Middle-Aged", en *Regional Studies*, vol. 45, núm. 1, pp. 1-7, disponible en <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00343404.2011.537127#.Vli8AYtYmRs>>.
- LARA, Arturo Á. (2007), *Co-evolución de empresas, maquiladoras, instituciones y regiones: una nueva interpretación*, México, UAM/ Miguel Ángel Porrúa, Serie Estudios sobre la Innovación Tecnológica.
- LIPIETZ, Alain (1990), "Hacia una nueva inserción de Europa en la economía mundial", en *Estudios Internacionales*, vol. 23, núm. 89, pp. 21-44.

- _____ (1993), "The Local and the Global: Regional Individuality or Interregionalism?", en *Transactions of the Institute of British Geography, New Series*, vol. 18, núm. 1, pp. 8-18.
- LÓPEZ, Gabriela (2011), "The Effect of Trade and FDI on Inter-Industry Wage Differentials: The Case of Mexico", México, Working Papers, núm. 2011-10, Banco de México.
- MEJÍA, Pablo y Jeanette CAMPOS (2011), "Are the Mexican States and the United States Business Cycles Synchronized?, Evidence from the Manufacturing Production", en *Economía Mexicana*, Nueva Época, vol. XX, núm. 1, primer semestre, CIDE, pp. 79-109.
- MENDOZA, J. Eduardo (2006), "Ingresos, integración económica y empleo en las ciudades fronterizas de México y Estados Unidos", en *Economía Mexicana*, nueva época, vol. XV, núm. 1, CIDE, pp. 31-66.
- MORCOS, Jean-Louis (2004), *Subcontratación internacional frente a la deslocalización*, Viena, Austria, ONUDI.
- MORINEAU, Alain y Stéphane MORIN (2000), *Pratique du traitement des enquêtes*, París, Decisia.
- ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS (OCDE) (2012), "Perspectivas OCDE, México", en *Reformas para el cambio*, México, OCDE.
- ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT) (2008), "La relación de trabajo: una guía anotada a la recomendación", en *OIT Dialogue*, núm. 18, documento.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL COMERCIO (OMC) (2008), "Informe Sobre el Comercio Mundial 2008, El comercio en un mundo en proceso de globalización", Ginebra, OMC.
- OPALIN, León (2007), "Subcontratación y *outsourcing*. Procesos inherentes de la globalización", en *Contaduría Pública*, revista del Instituto Mexicano de Contadores Públicos, en <<http://www.contaduriapublica.org.mx>>.
- PORTER, Michael (2000), "Location, Competition, and Economic Development: Local Clusters in a Global Economy", en *Economic Development Quarterly*, vol. 14, núm. 1, pp. 15-34.
- PROMÉXICO (2011), *Catálogo de financiamiento y programas federales de apoyo*, México, Proméxico, Unidad de Promoción de Inversiones y Negocios Internacionales.

- RODIL, M. Óscar y Jorge LÓPEZ (2011), "Disparidades en el crecimiento económico de los estados de México en el contexto del Tratado de Libre Comercio de América del Norte", en *Economía UNAM*, vol. 8, núm. 24, pp.78-98.
- RUIZ, Clemente (2000), *El paradigma del desarrollo regional basado en la cooperación público-privada: el caso de Chihuahua, México*, Santiago de Chile, CEPAL.
- SECRETARÍA DE ECONOMÍA (2011), Norma Mexicana NMX-R-046-SCFI-2011.
- _____ (2013a), "Sistema de Información Empresarial Mexicano. Registros del Sistema Mexicano de Promoción de Parques Industriales".
- _____ (2013b), "Sistema de Información Empresarial Mexicano. Registro de número de empresas".
- SHY, Oz y Rune STENBACKA (2003), "Strategic Outsourcing", en *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 50, núm. 2, febrero, pp. 203-224.
- SILVA, Consuelo (2007), "La subcontratación en Chile: aproximación sectorial", documento preparado para el Consejo Asesor Presidencial Trabajo y Equidad.
- SOBRINO, Jaime (2003), *Competitividad de las ciudades de México*, México, El Colegio de México.
- STORPER, Michael (1997), *The Regional World: Territorial Development in a Global Economy*, Nueva York, Guilford Press.
- TER WAL, Anne y Ron BOSCHMA (2011), "Co-Evolution of Firms, Industries and Networks in Space", en *Regional Studies*, vol. 45, núm. 7, pp. 919-933.
- THE ECONOMIST (2009), "California vs. Texas. America's Future. An Intriguing, Much More Equal Rivalry out West. But Both California and Texas Can Learn from Each Other", 9 de julio, disponible en <<http://www.economist.com/node/13990207>>.
- TRÍVEZ, Javier; Ángel M. REYES y F. Javier ALIAGA (2008), "Análisis coyuntural y prospectivo de la industria maquiladora de exportación mexicana", en *Economía Mexicana*, nueva época, vol. XVII, núm. 1, pp. 63-99.

WTO (2005), *WTO Noticias*, Organización Mundial del Comercio, en <http://www.wto.org/spanish/news_s/sppl_s/sppl_24_s.htm>. YOUNG LEE, Sam; Richard FLORIDA y Zoltan ACS (2004), "Creativity and Entrepreneurship: A Regional Analysis of New Firm Formation", en *Regional Studies*, vol. 38, núm. 8, pp. 879-891.

ANEXO

Cuadro A1
Establecimientos activos de la industria manufacturera por actividades, Ciudad Juárez, Chihuahua, 2012

Industria manufacturera	Tamaño de industria					Total	%			
	Micro	%	Pequeña	%	Mediana			%	Grande	%
Industria alimentaria.	645	32.8	17	9.1	6	4.3	5	2.9	573	27.3
Industria de las bebidas y del tabaco.	12	0.6	7	3.8	1	0.7	2	1.2	22	0.9
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles.	0	0	2	1.1	1	0.7	1	0.6	4	0.2
Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir.	18	0.9	1	0.5	0	0	1	0.6	20	0.8
Fabricación de prendas de vestir.	171	8.7	4	2.2	2	1.4	1	0.6	178	7.2
Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos.	13	0.7	2	1.1	1	0.7	0	0	16	0.7
Industria de la madera.	50	2.5	18	9.7	4	2.9	0	0	72	2.9
Industria del papel.	34	1.7	7	3.8	6	4.3	4	2.4	51	2.1
Impresión e industrias conexas.	143	7.3	11	5.9	2	1.4	2	1.2	158	6.4

Cuadro A1 (continuación)

Industria manufacturera	Tamaño de industria									
	Micro	%	Pequeña	%	Mediana	%	Grande	%	Total	%
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón.	2	0.1	0	0	2	1.4	2	1.2	6	0.2
Industria química.	4	0.2	3	1.6	1	0.7	1	0.6	9	0.4
Industria del plástico y del hule.	19	1.0	9	4.8	17	12.1	10	5.9	55	2.2
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos.	171	8.7	11	5.9	3	2.1	0	0	185	7.5
Industrias metálicas básicas.	6	0.3	1	0.5	7	5.0	1	0.6	15	0.6
Fabricación de productos metálicos.	419	21.3	45	24.2	16	11.4	5	2.9	485	19.7
Fabricación de maquinaria y equipo.	17	0.9	12	6.5	3	2.1	4	2.4	36	1.5
Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos.	9	0.5	5	2.7	15	10.7	43	25.3	72	2.9

Cuadro A1 (continuación)

Industria manufacturera	Tamaño de industria									
	Micro	%	Pequeña	%	Mediana	%	Grande	%	Total	%
Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica.	6	0.3	2	1.1	18	12.9	25	14.7	51	2.1
Fabricación de equipo de transporte.	3	0.2	8	4.3	20	14.3	41	24.1	72	2.9
Fabricación de muebles, colchones y persianas.	163	8.3	13	7.0	2	1.4	2	1.2	180	7.3
Otras industrias manufactureras.	60	3.1	8	4.3	13	9.3	20	11.8	101	4.1
Total	1 965	100	186	100	140	100	170	100	2 461	100

FUENTE: elaboración propia con datos de INEGI (2012).

Establecimientos activos de la industria manufacturera por actividades, Chihuahua, Chihuahua, 2012
Cuadro A2

<i>Industria manufacturera</i>	<i>Tamaño de industria</i>									
	<i>Micro</i>	<i>%</i>	<i>Pequeña</i>	<i>%</i>	<i>Mediana</i>	<i>%</i>	<i>Grande</i>	<i>%</i>	<i>Total</i>	<i>%</i>
Industria alimentaria.	658	30.7	46	19.7	8	14.5	4	8.5	716	28.9
Industria de las bebidas y del tabaco.	60	2.8	4	1.7	2	3.6	0	0	66	2.7
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles.	2	0.1	0	0	0	0	0	0	2	0.1
Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir.	22	1.0	2	0.9	0	0	0	0	24	1.0
Fabricación de prendas de vestir.	102	4.8	10	4.3	0	0	0	0	112	4.5
Currido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos.	16	0.7	3	1.3	0	0	0	0	19	0.8
Industria de la madera.	113	5.3	14	6.0	4	7.3	1	2.1	132	5.3
Industria del papel.	29	1.4	4	1.7	3	5.5	1	2.1	37	1.5

Cuadro A2 (continuación)

<i>Industria manufacturera</i>	<i>Tamaño de industria</i>									
	<i>Micro</i>	<i>%</i>	<i>Pequeña</i>	<i>%</i>	<i>Mediana</i>	<i>%</i>	<i>Grande</i>	<i>%</i>	<i>Total</i>	<i>%</i>
Impresión e industrias conexas.	178	8.3	20	8.5	2	3.6	1	2.1	201	8.1
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón.	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0
Industria química.	23	1.1	5	2.1	4	7.3	0	0	32	1.3
Industria del plástico y del hule.	26	1.2	14	6.0	5	9.1	0	0	45	1.8
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos.	182	8.5	16	6.8	6	10.9	2	4.3	206	8.3
Industrias metálicas básicas.	9	0.4	3	1.3	1	1.8	1	2.1	14	0.6
Fabricación de productos metálicos.	445	20.8	47	20.1	5	9.1	2	4.3	499	20.1
Fabricación de maquinaria y equipo.	18	0.8	2	0.9	2	3.6	0	0	22	0.9

Cuadro A2 (continuación)

Industria manufacturera	Tamaño de industria									
	Micro	%	Pequeña	%	Mediana	%	Grande	%	Total	%
Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos.	11	0.5	3	1.3	2	3.6	11	23.4	27	1.1
Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica.	10	0.5	0	0	2	3.6	0	0	12	0.5
Fabricación de equipo de transporte.	8	0.4	5	2.1	5	9.1	21	44.7	39	1.6
Fabricación de muebles, colchones y persianas.	154	7.2	32	13.7	0	0	0	0	186	7.5
Otras Industrias manufactureras.	75	3.5	4	1.7	4	7.3	3	6.4	86	3.5
Total	2 142	100	234	100	55	100	47	100	2 478	100

FUENTE: elaboración propia con datos de INEGI (2012).

Cuadro A3
Establecimientos activos de la industria manufacturera por actividades, Mexicali, Baja California, 2012

Industria manufacturera	Tamaño de industria									
	Micro	%	Pequeña	%	Mediana	%	Grande	%	Total	%
Industria alimentaria.	552	32.2	30	22.1	10	16.4	3	4.9	595	30.2
Industria de las bebidas y del tabaco.	184	10.7	7	5.1	3	4.9	1	1.6	195	9.9
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles.	2	0.1	0	0	1	1.6	0	0	3	0.2
Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir.	13	0.8	0	0	0	0	0	0	13	0.7
Fabricación de prendas de vestir.	119	6.9	6	4.4	5	8.2	0	0	130	6.6
Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos.	0	0	0	0	1	1.6	0	0	1	0.1
Industria de la madera.	61	3.6	3	2.2	0	0	0	0	64	3.2
Industria del papel.	14	0.8	4	2.9	3	4.9	3	4.9	24	1.2

Cuadro A3 (continuación)

Industria manufacturera	Tamaño de industria									
	Micro	%	Pequeña	%	Mediana	%	Grande	%	Total	%
Impresión e industrias conexas.	148	8.6	16	11.8	0	0	1	1.5	165	8.4
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón.	1	0.1	1	0.7	0	0	1	1.6	3	0.2
Industria química.	8	0.5	0	0	0	0	2	3.3	10	0.5
Industria del plástico y del hule.	12	0.7	9	6.6	5	8.2	2	3.3	28	1.4
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos.	70	4.1	4	2.9	5	8.2	3	4.9	82	4.2
Industrias metálicas básicas.	5	0.3	3	2.2	1	1.6	2	3.3	11	0.6
Fabricación de productos metálicos.	276	16.1	27	19.9	9	14.8	8	13.1	320	16.2
Fabricación de maquinaria y equipo.	6	0.4	2	1.5	4	6.6	0	0	12	0.6

Cuadro A3 (continuación)

Industria manufacturera	Tamaño de industria									
	Micro	%	Pequeña	%	Mediana	%	Grande	%	Total	%
Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos.	2	0.1	1	0.7	5	8.2	15	24.6	23	1.2
Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica.	0	0	1	0.7	0	0	5	8.2	6	0.3
Fabricación de equipo de transporte.	15	0.9	4	2.9	4	6.6	8	13.1	31	1.6
Fabricación de muebles, colchones y persianas.	142	8.3	12	8.8	1	1.6	1	1.6	156	7.9
Otras industrias manufactureras.	84	4.9	6	4.4	4	6.6	6	9.8	100	5.1
Total	1 714	100	136	100	61	100	61	100	1 972	100

FUENTE: elaboración propia con datos de INEGI (2012).

Establecimientos activos de la industria manufacturera por actividades, Tijuana, Baja California, 2012
Cuadro A4

Industria manufacturera	Tamaño de industria									
	Micro	%	Pequeña	%	Mediana	%	Grande	%	Total	%
Industria alimentaria.	756	31.7	61	20.0	8	3.8	9	5.9	834	27.3
Industria de las bebidas y del tabaco.	220	9.2	9	3.0	0	0	2	1.3	231	7.6
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles.	0	0	2	0.7	2	1.0	0	0	4	0.1
Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir.	19	0.8	5	1.6	0	0	0	0	24	0.8
Fabricación de prendas de vestir.	170	7.1	15	4.9	12	5.8	2	1.3	199	6.5
Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos.	19	0.8	1	0.3	0	0	0	0	20	0.7
Industria de la madera.	58	2.4	10	3.3	10	4.8	0	0	78	2.6
Industria del papel.	30	1.3	10	3.3	10	4.8	5	3.3	55	1.8

Cuadro A4 (continuación)

Industria manufacturera	Tamaño de industria									
	Micro	%	Pequeña	%	Mediana	%	Grande	%	Total	%
Impresión e industrias conexas.	234	9.8	19	6.2	5	2.4	3	2.0	261	8.6
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón.	0	0	1	0.3	0	0	0	0	1	0
Industria química.	15	0.6	9	3.0	5	2.4	1	0.7	30	1.0
Industria del plástico y del hule.	14	0.6	27	8.9	35	16.8	13	8.6	89	2.9
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos.	89	3.7	16	5.2	3	1.4	3	2.0	111	3.6
Industrias metálicas básicas.	5	0.2	6	2.0	3	1.4	2	1.3	16	0.5
Fabricación de productos metálicos.	395	16.6	33	10.8	17	8.2	9	5.9	454	14.9
Fabricación de maquinaria y equipo.	12	0.5	4	1.3	8	3.8	3	2.0	27	0.9

Cuadro A4 (continuación)

Industria manufacturera	Tamaño de industria									
	Micro	%	Pequeña	%	Mediana	%	Grande	%	Total	%
Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos.	5	0.2	13	4.3	33	15.9	36	23.7	87	2.9
Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica.	12	0.5	9	3.0	13	6.3	13	8.6	47	1.5
Fabricación de equipo de transporte.	12	0.5	0	0	5	2.4	7	4.6	24	0.8
Fabricación de muebles, colchones y persianas.	187	7.8	23	7.5	17	8.2	11	7.2	238	7.8
Otras Industrias manufactureras.	134	5.6	32	10.5	22	10.6	33	21.7	221	7.2
Total	2 386	100	305	100	208	100	152	100	3 051	100

FUENTE: creación propia con datos de INEGI (2012).

10. La industria maquiladora en Tijuana: retrospectiva sobre la integración y el sector electrónico

Araceli Almaraz Alvarado*

INTRODUCCIÓN

La desintegración vertical de las actividades productivas, a partir de la década de 1960, representó el punto crítico entre la edad de oro del capitalismo y la nueva era de la economía global. Significó el fin de un periodo de 30 años de bonanza, representado por altas tasas de ganancia, baja inflación, bajos niveles de desempleo, rápido crecimiento en la productividad, aumento en los salarios reales y en los insumos. En este contexto, diversas corporaciones de distintas ramas manufactureras (no sólo las del sector electrónico) se fueron desintegrando y, al mismo tiempo, ampliando sus procesos productivos, relocalizando "una parte de sus actividades". Este proceso se conoce como el fin del modelo fordista de producción, y con él se inició el debate sobre la segunda división industrial. Los modelos posfordistas en Europa y Estados Unidos (EEUU), junto con las vertientes del modelo toyotista japonés, ejemplifican un cambio en las estrategias de competencia no sólo a partir de la desintegración de las actividades productivas para ahorrar costos, sino de la puntualización en el uso de nuevas herramientas como el conocimiento y la valoración del capital humano en la producción. Al margen de esta discusión, es preciso notar las formas alternativas de organización del trabajo y las nuevas formas de circulación de mercancías, pero sobre todo los efectos locales desde una mirada retrospectiva en contextos específicos.

* Investigadora del Departamento de Estudios Sociales de El Colegio de la Frontera Norte (almaraz@colef.mx).

Desde este punto de vista, el análisis sobre la industria maquiladora de exportación (IME) representa una tarea fundamental para comprender los siguientes aspectos: 1) cambios o avances en la configuración industrial de economías locales bajo un esquema de integración global, 2) deficiencias y capacidades frente a la recuperación del conocimiento productivo y 3) efectos directos e indirectos de las relaciones productivas globales.

Tomamos como referencia la ciudad de Tijuana, en Baja California, debido a su desenvolvimiento en el sector maquilador en el ramo electrónico, que data desde el inicio de los primeros programas de fomento a las actividades de ensamble en el norte de México. Estos programas respondieron a los cambios acelerados en la organización productiva global. El foco de análisis se concentra en los encadenamientos que se promovieron entre las empresas maquiladoras de la electrónica y sus proveedores. El argumento central del trabajo es que, a partir de la globalización económica, un buen número de firmas multinacionales reformularon sus políticas y estrategias con el objetivo de experimentar nuevas estrategias de organización y dar paso a nuevos procesos de integración vertical, integración vertical fragmentada y relocalización en países distintos al de origen de las plantas, lo cual no necesariamente se tradujo en ventajas de largo plazo para los países receptores. En realidad, las ventajas obtenidas fueron solamente de corto plazo y se centraron en la creación de empleos; el "cortoplacismo" ocasionó porcentajes de desempleo por debajo de la media nacional.

Un segundo argumento es que los nuevos patrones de concentración y configuración de nuevas redes, si bien adquirieron una presencia externa fuerte, no se tradujeron en contextos de redes accesibles para proveedores nacionales, en términos de un modelo exitoso para generar *up grading* tecnológico. Las redes se limitaron a una proveeduría garantizada que se acompañó de mejores pagos para los trabajadores locales, en cuanto a número de salarios mínimos, lo cual sirvió como ventaja para la relocalización del capital, así como para la llegada de proveedores ya establecidos en los países de origen.

El objetivo general de este trabajo es realizar una mirada retrospectiva del desarrollo industrial en ciudades como Tijuana, Baja California

(que se extendió para la frontera norte en poco más de cuatro décadas, de 1965 a 2007).¹

El capítulo se divide en cuatro partes. La primera de ellas establece, como plataforma de análisis, los elementos del nuevo orden global y los efectos que tuvo para México la desconcentración de las multinacionales y la recomposición de los espacios productivos, lo que originó un acelerado proceso de relocalización de la industria mundial, en particular de la electrónica. En la segunda parte se presentan los rasgos de la estructura productiva de Baja California en cuanto al sector electrónico, que fue el más dinámico durante los 40 años que permaneció vigente el programa de apoyo y fomento a la IME. En la tercera parte se puntualizan los beneficios y las amenazas que siguieron al desarrollo industrial en Tijuana, a partir del crecimiento y la especialización de las actividades más importantes en el ramo electrónico. En el cuarto apartado se plantean una serie de consideraciones finales, sobre el impacto de los procesos globales al cambio productivo en contextos específicos.

LA GLOBALIZACIÓN Y SUS EFECTOS EN EL ÁMBITO PRODUCTIVO

Al final del siglo XX la organización del mundo globalizado implicaba, para Amin (1998:1-12), la consideración de una serie de elementos que guardan un orden tangible e intangible. En este orden se identifican cinco monopolios que actúan como cabezas: 1) el tecnológico, 2) el sector financiero de los mercados mundiales, 3) el de los recursos naturales, 4) el de los medios y de la comunicación y 5) el de la producción de armas y la destrucción masiva. En ese entonces quedaba claro que el fenómeno de la globalización se refería, entre otros aspectos, a cambios contundentes en el sistema productivo global. Se hacía alusión a las implicaciones en los ejércitos de trabajo, activos

¹ El final de la IME se puede apreciar con la simplificación de los programas de participación extranjera en un solo rubro. Desde 2007 a la fecha el capital extranjero se rige por las reglas del Programa para la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación (Immex).

y de reserva; a los segmentos más competitivos como aquellos que marcaban los límites de la confrontación productiva, y al modelo a seguir, que era sin duda el de la competencia global (Amin, 1998).

En este sentido, se afirmaba que las fuerzas de la atracción/integración a los mercados, la producción y la competencia mundial, moldearían las reglas del juego e impondrían una organización global, cuyo rasgo principal serían las redes de interconexión, más que los espacios comunes de producción (Álvarez *et al.*, 1989:73-74). En contraparte, había un intento por resaltar que las capacidades nacionales y regionales eran aún tan diversas, y las brechas entre los más competitivos y los menos competitivos tan amplias, que resultaría difícil pensar, a pesar del impulso de los procesos de industrialización, en la reducción de tales distancias. A la postre, y como veremos a lo largo de este capítulo, parece que estos argumentos, otrora pesimistas, finalmente siguen vigentes.

Una de las razones para dudar del nuevo orden mundial era que el sistema complejo de relaciones productivas estaba (y sigue estando) mediado en gran parte por los avances tecnológicos, mientras que la posesión de elementos intangibles e intransferibles ponían a las regiones en rutas distintas de ascenso.² Estos principios no han cambiado del todo. El proceso de industrialización en América Latina será hasta la actualidad, y en muchos sentidos, muestra de ello. Los alcances de la transferencia de conocimiento tecnológico e industrial desde una mirada expansionista han traído cambios importantes, pero no han garantizado la existencia de mejores condiciones para la competencia de las localidades en la globalidad (Turner *et al.*, 1994, capítulo I). Así, de lo que se trata no es de una competencia entre regiones geográfico-administrativas, sino de una competencia de empresas que se incrustan en las regiones donde se han conformado espacios económicos que desbordan los límites geopolíticos.

² Las distancias a las que nos refiere una brecha de atraso, así como todos los elementos que hay detrás del avance tecnológico, no tienen una escala de medidas convencional; implican modos de vida, creencias, significados, los cuales se reflejan en modelos de organización social y económica. Impulsar un proceso de industrialización no significa, ni garantiza, cambios tecnológicos, culturales ni de organización social.

Las regiones y los países que se sumaron a lo que se llamó "la nueva dinámica global" experimentaron un proceso creciente de adaptación a una convivencia productiva, mediada por la producción y el consumo de bienes con cierto contenido tecnológico (aparatos de comunicación masiva, teléfonos celulares, PC, etcétera). Sin embargo, ello no significó la transferencia del conocimiento tecnológico de un país a otro; mucho menos del dominio de dicho conocimiento por parte de las localidades receptoras, mismas que crecieron en número de fábricas ensambladoras. Lo que se logró fue que los avances tecnológicos se adaptaran a la vida cotidiana de las localidades en el nuevo orden global—desde las últimas décadas del siglo XX y lo que va del XXI—, con mayor o menor número de fábricas. Sólo en algunas esferas productivas y en algunos de sus ámbitos internos se estimuló un proceso de aprendizaje continuo basado en el conocimiento tecnológico. En verdad, vivimos en una era que se ha traducido como "la sociedad del conocimiento", y vivimos en medio de redes informacionales; pero ello no significa que seamos los protagonistas del cambio tecnológico, al menos no es así para buena parte de la frontera norte de México.

Un argumento sobre la presencia competitiva de nuevas regiones y países consiste en que, a través de la recuperación de conocimiento técnico, pocos son los casos donde el dinamismo en innovaciones tecnológicas es propio y, subsecuentemente, donde su utilidad inmediata les permite competir en el entorno global. Desde hace más de una década, Amin afirmaba que la globalización estaba generando un nuevo esquema de polarización en el cual no se incluía una evolución social. El rostro de la globalización, apuntaba Amin, puede traer consigo la desaparición de las barreras entre las arenas de la producción y las arenas de acumulación, pero no de las desigualdades (Amin, 1998:1-39).

La "igualdad", ante una apertura desmedida y ante la ruptura de barreras comerciales, muestra hoy en día lejanas posibilidades para quienes no lograron madurar en el mismo sentido que el sistema de competencia global. Por tanto, la idea de ajuste al nuevo entorno de la globalización no buscaba asegurar mayores capacidades competitivas, sino la funcionalidad del sistema. De tal forma se generó una per-

manente transición, que en muchos espacios sólo se ha visto reflejada en mayores condiciones de dependencia y una mayor vulnerabilidad, tanto comercial como productiva.³ Incluso, en aquellos territorios donde las condiciones de adaptación fueron mejores, no se aseguró un mejor futuro en el dominio del conocimiento tecnológico. Lo que puede reconocerse es cierta capacidad de los actores locales para sortear nuevos cambios. Estas capacidades se fincan territorialmente y anteceden al escenario del actual mundo globalizado. La proclividad a una cultura productiva de amplio alcance, o bien a una cultura innovadora, no sólo se refiere a cómo apropiarse de “conocimiento necesario”, sino también a la manera de generar nuevos arreglos productivos capaces de marcar pautas a escala global.⁴

La forma de concebir el “conocimiento necesario” para competir globalmente es un proceso complejo y de largo plazo. El hecho de plantear la continuidad y permanencia productivas en el espectro global (Álvarez *et al.*, 1989:cap. IV) obliga a repensar el peso de los factores externos para una localidad. En un recuento presentado por la CEPAL en 2008 sobre la transformación productiva en América Latina, se planteaba que la “actual etapa del proceso de globalización brinda[ría] oportunidades desconocidas hasta el momento pero, a la vez, genera[ría] incertidumbre y efectos negativos en la vida económica, social, política y cultural de millones de personas” (CEPAL, 2008:13).

Por ello resultaba inminente que en aras de estimular la creación de nuevos arreglos productivos, y fomentar las capacidades locales de innovación tecnológica y mercantil, surgieran desastres productivos, financieros y comerciales. La irrupción de nuevos esquemas para el desarrollo productivo, como la política industrial que se orientó para

³ Los sistemas productivos y las relaciones productivas que se derivan de la globalización reflejan condiciones de desventaja para quienes no pueden acceder a una propiedad que denuncie conocimiento. Desde una visión optimista y contemplando los elementos que han sido dispuestos para seguir el orden del sistema productivo global, se puede advertir que una transición exitosa dependerá del acceso al monopolio de la tecnología o a sus partes motrices.

⁴ Los primeros inventores e innovadores que impulsaron la Revolución industrial tenían capacidades distintas de apropiarse del conocimiento, plasmarlo en mercancías útiles, de comercializar sus bienes y de conseguir financiamiento. En la mayoría de los casos la combinación de capacidades propició el éxito, mientras que en casos contrarios lo mermó (Freeman y Soete, 1997).

el norte de México, no se tradujo completamente en una exitosa coordinación institucional para el desarrollo productivo. En un artículo reciente, se plantea que “el papel de los actores institucionales ha cobrado peso debido a las recurrentes críticas sobre los alcances en la gestión y avances tecnológicos regionales, y las crisis del modelo maquilador desde inicios del siglo XXI” (Almaraz y Barajas, 2013). En este sentido, se señaló que:

En Tijuana los actores locales vinculados a las maquiladoras y a la industria de la exportación, en su conjunto,⁵ entablaron un cuestionamiento sobre los problemas regionales derivados de un modelo productivo basado en esencia en las empresas extranjeras. En particular, la reflexión versó sobre la desigualdad regional y las vías para colocarse en una mejor posición competitiva como región, frente a la feroz competencia de países asiáticos, especialmente China, Corea, Tailandia y últimamente India. Esta situación, más allá de los avances de las plantas, puso en contexto el reconocimiento de las instituciones territoriales relacionadas con la IME y las capacidades de gestión territorial para elevar la competitividad (Almaraz y Barajas, 2013:52-53).

Si a ello se suma que la transmisión de conocimiento tecnológico debe ser efectiva y planeada, las localidades deben estar preparadas para contar con capacidades de recepción y garantías para la permanencia del conocimiento. La inversión de los Estados nacionales en investigación y desarrollo (I+D) constituye una vía estratégica,⁶ pero México en este rubro continúa a la saga. En América Latina la inversión en I+D fue, en 2006, de apenas 2.6%, mientras que en México no

⁵ Hay que puntualizar que la industria en la frontera norte de México, hasta el año 2006, se componía de empresas maquiladoras y no maquiladoras. En el primer grupo de producción, las empresas podían, parcial o totalmente, dedicarse a la exportación. En el caso de las empresas no adscritas al programa maquilador, éstas podían dedicarse a exportar o a cubrir mercados nacionales, dependiendo de sus redes de distribución y capacidades competitivas. En la realidad ambos grupos de empresas operaban en parte para la exportación y en parte para el mercado nacional, por lo que se redujeron las diferencias en el tratamiento preferencial de aranceles. Se intentó unificar criterios, pero en condiciones disímiles de competencia. En términos de número y peso, la mayor capacidad competitiva sucede en el primer grupo.

⁶ Los países más avanzados destinan un promedio de 2.5% de su producto interno bruto al campo de la investigación y desarrollo. A diferencia de estos países, México en 1993 apenas destinó 0.3% (Freeman y Soete, 1997:11).

llegó a 1%. Con la inversión extranjera directa (IED), el desarrollo tecnológico podría generarse dentro y fuera de las instalaciones de las empresas inversionistas, mediante la creación de sistemas de I+D.⁷

No todas las empresas que invierten directamente realizan actividades de I+D en los países receptores; las que lo hacen prefieren trabajar en el interior de sus instalaciones que con el apoyo de universidades y centros especializados en los países receptores. Éste es el caso de México (Álvarez *et al.*, 1989, capítulo IV).

Una clave se encuentra en las facilidades para el establecimiento de la IED y el establecimiento y operación de centros de I+D. Una hipótesis para el norte de México es que dicho binomio no es constante, pero las explicaciones por las cuales no sucede requieren de mayores indagaciones. Es preciso averiguar sobre el nivel de lenguaje, la disposición para el trabajo coordinado y las formas de cooperación permitidas por la legislación vigente para la convergencia de ambos procesos. Finalmente, también hay que señalar que las contradicciones entre las posturas de los Estado-nación y las dinámicas económicas de las localidades suelen ser un componente que desalienta la conjunción estratégica de ambos procesos.

Uno de los modelos exitosos en la recuperación de conocimiento y avance en el monopolio tecnológico es el de los "nuevos países industrializados" (NIC, por sus siglas en inglés) de origen asiático, quienes no sólo han adquirido nuevas posiciones productivas, sino que han propiciado nuevas pautas de competencia, principalmente en sectores como el de la electrónica⁸ y la producción de automóviles.

⁷ Los descubrimientos, las invenciones y las innovaciones muestran una relación estrecha entre la tecnología y la ciencia desde la Revolución industrial. Existen centros de investigación y desarrollo impulsados por los gobiernos federales y sus descubrimientos se incorporan a las firmas. En otros casos, las firmas poseen sus propios sistemas de organización tecnológica y desarrollan innovaciones (Freeman y Soete, 1997:29-35).

⁸ De acuerdo con clasificaciones convencionales, las actividades de la producción del sector electrónico se orientan a: a) la fabricación de componentes electrónicos, que incluyen un amplio conjunto de partes y componentes necesarios para la manufactura de aparatos electrónicos, se subdividen en componentes pasivos (resistencias, capacitores, interruptores, alambres y cables) y componentes activos (semiconductores, circuitos integrados y microprocesadores); b) la producción de equipo electrónico, que incluye la fabricación de computadoras y periféricos, equipo de telecomunicaciones,

Estos países, además de haber introducido cambios tecnológicos y nuevos productos, han innovado en la organización del trabajo.⁹ En la rama de la electrónica de consumo, la participación asiática se puso a la cabeza provocando efectos de alcance global; uno de los más claros derivó en la caída de Estados Unidos en la producción de televisores. Estos avances han interferido en la composición de nuevas redes globales de producción y de comercio, y propiciado una dinámica de relocalización y transferencia de nuevas formas en la organización del trabajo, en la que países como China, Malasia, Corea o Japón, son líderes (Coriat, 1995).

Otro conjunto de países que pone en evidencia su papel en el mundo actual es el de los llamados BRICS (Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica). El creciente posicionamiento de los BRICS en los mercados globales está relacionado con la fuerza comercial, sobre todo de la Federación Rusa y de China. En 2006 el grupo participaba con más de 13% del comercio mundial (Baumann, 2009). Dos aspectos llaman poderosamente la atención. Por un lado, las políticas de atracción de IED y los esquemas para hacer efectiva la transferencia de tecnología, sobre todo en el caso de China, que ha sabido equilibrar los intereses de la IED con las metas de desarrollo económico propias (Rivera y Almaraz, 2013). Asimismo destaca el comercio bilateral entre los países del grupo, donde las relaciones comerciales entre China y la Federación Rusa son las más importantes. En cuanto a los productos de mayor flujo entre los BRICS, son las ventas de productos eléctricos y electrónicos, particularmente desde China hacia Brasil, India y Sudáfrica.

Retomando el caso de México, observamos que la transferencia efectiva de tecnología no se vislumbra como un aspecto negociable para las regiones receptoras. La realidad de la relocalización nos

sistemas de control industrial, equipo de prueba y medición, de oficina, aeroespacial y militar, y diversos dispositivos para productos de la electrónica de consumo, y c) al grupo de la electrónica de consumo, que abarca la manufactura de televisores (color y monocromáticos), radios, videocaseteras, grabadoras de audio, reproductoras de audio y equipo de alta frecuencia. Estas ramas forman parte de las dos clasificaciones oficiales del INEGI (Sistema de Cuentas Nacionales y Censos Económicos), pero entre ambas existen algunas variaciones.

⁹ El conocimiento en una rama o en un sector supera las características de los productos finales e implica el manejo de la ciencia junto con el conocimiento tecno-

arroja que los esquemas de organización productiva no se exportan en su totalidad. Existe un sinnúmero de significados intransferibles; los transferibles lo hacen a una escala muy pequeña y su adaptación es lenta. La aceleración depende de trayectorias de organización específicas, propias de un espacio de convivencia productiva arraigadas, no localmente sino al nivel de una firma. Estos espacios y estas firmas son las que están en condiciones de avanzar en el conocimiento y registrarlo en forma de patentes, lo cual sucede fuera de las regiones receptoras. Así, regiones y firmas competitivas encierran "formas de hacer" y "maneras de acordar" que les permiten avanzar en el ámbito global de la competencia tecnológica. En el caso de los países receptores se observa una continuidad en el monopolio del conocimiento tecnológico, el cual se traslada a nuevas regiones a través de los mismos canales.

MÉXICO Y BAJA CALIFORNIA EN LA ERA GLOBALIZADA

Dentro del reordenamiento de las actividades productivas a escala global, México ha jugado un papel complementario desde hace varias décadas. Corporaciones de distintas ramas manufactureras, incluyendo las del sector electrónico, se desintegraron y expandieron globalmente a través de procesos productivos altamente fragmentados. Esta situación se tradujo en esquemas de relocalización que dieron como resultado la creación de centros manufactureros, principalmente en el norte de México (Rivera y Almaraz, 2013). Las principales ventajas comparativas de México, desde mediados de los años ochenta, se refieren a las escasas barreras arancelarias para la IED, la localización geográfica que permitía el flujo de mercancías hacia Estados Unidos y el bajo costo de la mano de obra.¹⁰ En efecto, los bajos costos en transporte y en comunicaciones, así como la posibilidad de residencia del per-

lógico; por ello es que la ciencia y la tecnología están relacionadas ampliamente desde los inicios de la Revolución industrial.

¹⁰ Como señalan Clement y Jenner (1989:107-108), el *boom* de la maquiladora puede atribuirse a varias ventajas, entre ellas la reducción de costos, la política de propiedad, la proximidad con Estados Unidos, bajos costos en transporte y comunicación, posibilidad de residencia del personal técnico en Estados Unidos, entre otras.

sonal técnico y de mandos altos en localidades del sur de Estados Unidos coadyuvaron a dicha relocalización. Estas oportunidades fueron aprovechadas primero por inversionistas estadounidenses y, desde 1994, por firmas provenientes de Japón, China y Corea del Sur, entre otros.

En lo que corresponde a la política económica, desde mediados de la década de los ochenta ésta se orientó a promover la apertura comercial y a apoyar el incremento de la IED mediante la figura de plantas maquiladoras, que desde los primeros planes de desarrollo industrial en la frontera norte habían sentado las bases para su traslado.¹¹

Con las firmas del General Agreement for Trade and Taxes (GATT), en 1986, y del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (NAFTA, por sus siglas en inglés), en 1994, se buscó atraer inversión extranjera (Carrillo, 1993; Kopinak, 1998). También se promocionaron otros dos programas similares para alentar la exportación (Altex y Pitex), los cuales estimularon la llegada de capital extranjero pero sobre todo las alianzas de empresas mexicanas con compradores extranjeros. En conjunto, estas medidas resultaron factores importantes para el crecimiento de las maquiladoras en México, en donde las plantas dedicadas a la producción de componentes, junto con productos terminados de la electrónica de consumo, fueron una de las ramas más importantes en referencia al personal ocupado.¹²

El advenimiento de una nueva "era de la producción" en la frontera norte fue mediado desde sus inicios por: *i*) el traslado de actividades productivas pertenecientes a un amplio número de sectores y *ii*) las relaciones comerciales con Estados Unidos. Los sectores más importantes de la industria maquiladora fronteriza hacia los años ochenta se definieron por el peso en el empleo, el número de plantas y el valor agregado de las ramas electrónica, textil y automotriz. Por

¹¹ Desde sus inicios, la participación de la IME ha propiciado cambios en los procedimientos de importación y exportación, y en los pagos arancelarios (cfr. Carrillo y Hualde, 1998).

¹² No obstante, al periodo de apertura en el país le antecedió una etapa de políticas públicas que, desde mediados de la década de 1960, se definieron por una fuerte intervención centralizada. Estas acciones del Estado mexicano se explicitan en una serie de programas federales, en apoyo a la infraestructura e instalación de la industria maquiladora de exportación (Rivera y Almaraz, 2013).

su parte, las localidades de mayor empuje han sido desde entonces Tijuana, Ciudad Juárez, Nogales y Mexicali.

En un esfuerzo por explicar el desarrollo de la maquiladora, autores como Carrillo (1993) y Carrillo y Hualde (1998) han documentado y analizado la evolución de esta industria a partir de los patrones que las actividades han forjado de generación en generación en el uso de técnicas y aprendizaje. Del ensamble simple (con escaso uso de tecnología) se pasó a la inserción automática, al uso de maquinaria con alto contenido tecnológico y, en años recientes, al diseño de procesos de manufactura con tecnologías de punta. Como parte de este proceso analítico se avanzó en el estudio de las trayectorias de aprendizaje a escala sectorial, el *up grading* de las firmas y en las tendencias de la innovación en la maquiladora. Entre los hallazgos de diversos trabajos resalta la inconsistencia de tales procesos debido a la heterogeneidad de la maquiladora (Carrillo y Barajas, 2007). A ello se suma el hecho de que los centros de I+D no tuvieron el dinamismo esperado, quedando relegada la transferencia de tecnología en países receptores como México, lo cual se encuentra altamente asociado a la diversidad de la maquiladora.

El citado estudio de la CEPAL (2008:28-29) insiste, a su vez, en que las políticas públicas y los requerimientos institucionales, a efectos de inducir y sostener procesos de innovación, dependerían de la distancia del país respecto de las fronteras tecnológicas. El aislamiento de los centros de ensamble de los procesos de I+D permite, entonces, identificar el distanciamiento entre los países receptores y los procesos de innovación.

Por lo tanto, el argumento que se desprende es que la evolución estructural de las maquiladoras no corresponde a la evolución de los sistemas productivos regionales: evolucionan los corporativos y evolucionan las firmas que diseñan productos con conocimiento propio. Ante este escenario, las regiones que albergaron el modelo original de la IME no pudieron aprovechar los cambios tecnológicos para impulsar su posicionamiento en las cadenas globales, ni siquiera en los sectores más dinámicos en tecnología de punta. Lo que observaremos a continuación es el caso de la ciudad de Tijuana, a partir de uno de sus sectores más desarrollados: la electrónica de consumo.

CRECIMIENTO Y ESPECIALIZACION EN LA IME ELECTRÓNICA EN TIJUANA

La importancia global de las ramas de la electrónica depende de la amplitud de los mercados, de la innovación de los productos, de las cualidades y alto contenido tecnológico de los productos, y también, de las capacidades de los vendedores para cubrir los mercados.¹³ Para tener una idea de las ramas de la industria electrónica más competitivas globalmente se ha considerado como indicador el mercado de Estados Unidos, uno de los principales compradores de la industria electrónica. En 1997, Estados Unidos concentró sus compras en *componentes electrónicos y equipo de cómputo y productos periféricos* (incluye equipo aeroespacial automotriz, *software*, servicios de cómputo); estas ramas registraron los mayores porcentajes de ventas dentro de Estados Unidos, sin contar las importaciones (30% y 20%, respectivamente). Por otro lado, las ventas internas de Estados Unidos entre 1987 y 1996 casi se duplicaron, pasando, respectivamente, de 235.7 mil millones de dólares a 422 mil millones de dólares.¹⁴

La participación de México en las importaciones de Estados Unidos, en 1997, fue de 9%, concentrándose en los conceptos de la electrónica para consumo doméstico, telecomunicaciones y comunicaciones para la defensa.¹⁵ El total de las exportaciones de México se concentra en productos para la electrónica de consumo, componentes pasivos (que son partes, tableros para computadora y de circuitos impresos, capacitores, alambre y cables), monitores de computadoras y periféricos.

En cuanto a la producción de televisores, rubro en el que México se ubicó como el principal país exportador, la competitividad derivó de la IED de países como Japón, Malasia, Corea, Singapur, Hong Kong. Además de Estados Unidos, los principales países importadores de televisores fueron Hong Kong, Alemania, Japón, Francia, Singapur, Italia, Inglaterra, Nueva Zelanda y España. Por entidades subnacio-

¹³ Puede verse el trabajo de Storper y Salais (1997) titulado *Worlds of Production: The Action Frameworks of the Economy*.

¹⁴ Véase el reporte *Electronic Market Book*, publicado por la Electronic Industries Association (1997).

¹⁵ *Ibidem*.

nales, California es donde se ha concentrado el mayor número de matrices electrónicas. Esta situación se explica por la importancia de California en la actividad electrónica, más allá incluso de la producción de televisores y computadoras (Clement y Jenner, 1989:105-136).

De 1990 hasta 2006, casi una quinta parte del valor agregado nacional era generado por las plantas instaladas en Baja California: 34% de los establecimientos totales en el país se radicó en la entidad, y 21% del empleo maquilador se concentraba en Baja California (véase el cuadro 1). Una de las razones por las cuales la tendencia se mantuvo en ascenso por más de cuatro décadas, durante las cuales Tijuana fue la ciudad más importante de la industria electrónica del norte de México, fue el número creciente de ventajas comparativas. Los servicios disponibles para la IME, la disponibilidad de terrenos industriales, sumados a la creación de parques industriales, los servicios aduanales y la disponibilidad de *shelters*; fueron factores que alentaron un ambiente productivo con rasgos particulares. La especialización de la mano de obra vino con la aglomeración de empresas dedicadas principalmente al ensamblado de televisores. Ello se reflejó en el volumen nacional de exportaciones de la industria electrónica mexicana.¹⁶

Sectorialmente, la rama electrónica presentó dentro de la IME nacional el mayor crecimiento, lo cual se puede apreciar en los concentrados de las variables de personal ocupado y en el número de establecimientos. Después de 1994 la proporción de la IME en establecimientos de los segmentos de la electrónica de consumo disminuyó, debido al crecimiento de la IME en general y al tamaño de las empresas recién arribadas. Lo anterior trajo consigo un proceso que en Tijuana se observó claramente, tal y como se explicará en el siguiente apartado: la reintegración vertical, y con ello una vía posible para afianzarse de mejor forma a las cadenas globales de producción.

Por entidad federativa, Chihuahua y Baja California concentraron el mayor volumen de la producción electrónica nacional.¹⁷ La ma-

¹⁶ Los porcentajes de la electrónica incluyendo a las maquiladoras han sido elevados, durante los primeros años de esta década, superiores al 30% (Banco Nacional de Comercio Exterior).

¹⁷ No obstante, cabe resaltar la reciente dinámica de las zonas de occidente y centro del país en cuanto a la participación de maquiladoras del ramo electrónico.

Cuadro 1
Establecimientos de maquiladoras en México y Baja California, 1989-2006

Año	Establecimientos			Total de empleados			Porcentaje por entidad		
	Nacional	Baja California	Nacional	Baja California	Establecimientos	Empleados	Establecimientos	Empleados	
1990/a	1 938	723	446 436	87 709	37%	20%	37%	20%	
1991/a	2 013	742	467 352	88 958	37%	19%	37%	19%	
1992/a	2 129	802	505 698	95 734	38%	19%	38%	19%	
1993/a	2 143	850	542 074	108 029	40%	20%	40%	20%	
1994/a	2 064	727	583 044	118 833	35%	20%	35%	20%	
1995/a	2 267	781	648 263	128 258	34%	20%	34%	20%	
1996/a	2 553	841	753 708	158 570	33%	21%	33%	21%	
1997/a	2 867	954	903 528	198 623	33%	22%	33%	22%	
1998/a	2 895	974	1 014 006	215 748	34%	21%	34%	21%	
1999	3 297	1 101	1 143 240	241 515	33%	21%	33%	21%	
2000	3 590	1 218	1 291 232	278 291	34%	22%	34%	22%	
2001	3 630	1 235	1 198 942	259 375	34%	22%	34%	22%	
2002	3 003	943	1 071 209	218 245	31%	20%	31%	20%	
2003	2 860	888	1 062 105	215 010	31%	20%	31%	20%	
2004	2 810	882	1 115 230	233 388	31%	21%	31%	21%	
2005	2 816	903	1 166 250	240 762	32%	21%	32%	21%	
2006	2 810	906	1 202 134	248 924	32%	21%	32%	21%	

FUENTE: elaboración propia con base en INEGI (1980-1998).

yoría de los productos eran ensamblados y fabricados por plantas de origen asiático las cuales, tan sólo en 1993, llegaron a una producción superior a los 17 millones de unidades anuales (Secofi, 1993). Del total de las plantas establecidas con inversión japonesa en Baja California, 42% se dedicaba a la producción de piezas eléctricas y electrónicas, a la fabricación de televisores y sus componentes 32%, y 26% a la de partes no electrónicas para equipo electrónico.¹⁸

Hacia la segunda mitad de la década de 1990, en la mayoría de las plantas electrónicas se pusieron en práctica nuevas estrategias de organización como parte de una nueva fase de modernización productiva. Lo anterior significó un cambio radical respecto de lo que la maquiladora representó en sus inicios.¹⁹ Almaraz, Carrillo y De la O (1998:60-64) señalaron que las nuevas exigencias de los mercados obligaron a las plantas maquiladoras a establecer nuevos modelos para aumentar la eficiencia e intensificar los avances tecnológicos. Los autores explicaban que "si bien en las maquiladoras las actividades [correspondían] a procesos específicos [...] todas se [encontraban] inmersas en un proceso de cambio permanente derivado de la demanda mundial". Asimismo, Carrillo y Kopinak (1999) señalaron que en campos específicos, como la industria de los televisores, las empresas eran en su mayoría de clase mundial, y por ello debían forjar una trayectoria de aprendizaje que les permitiera ser altamente competitivas en los mercados internacionales.

En este entendido, las maquiladoras de la rama electrónica encabezaban los procesos de integración nacional y regional. Dentro de la zona del NAFTA, las firmas de origen asiático rápidamente se posicionaron en todos los indicadores (personal ocupado, valor agregado y número de establecimientos). Este proceso de cambio fue rápidamente experimentado en ciudades como Tijuana y Mexicali.

A la par se produjeron nuevos encadenamientos productivos que se intensificaron en ciertos segmentos y empresas. En realidad se trató de un esquema de especialización local experimentado por firmas específicas. Y como bien señala (Kopinak, 1997:58-60), en muchos de

¹⁸ Del total de la inversión japonesa en México, ambas localidades captaron 83%, y del total de las empresas de origen japonés, 62% se localizaba en Baja California.

¹⁹ Véase Almaraz (1997/1998), Alonso y Carrillo (1996) y Carrillo y Hualde (1998).

Cuadro 2
Número de establecimientos y personal ocupado
(cifras totales de la IME y maquiladoras dedicadas a la producción de maquinaria y equipo electrónico, 1992-1998/a)

Año	Número de establecimientos totales	Número de establecimientos de la IME en la industria electrónica	%	Personal ocupado en la IME al mes de diciembre	Personal ocupado en la IME, industria electrónica	%
1992	2 129	117	5.49	510 035	54 167	10.62
1993	2 143	117	5.45	546 588	57 455	10.51
1994	2 064	116	5.62	600 229	66 554	11.08
1995	2 267	123	5.42	681 251	66 483	9.75
1996	2 553	127	4.97	803 060	72 975	9.08
1997	2 867	140	4.88	938 438	88 392	9.41
1998	2 895	140	4.83	981 581	84 475	8.60

NOTAS: los datos del periodo 1992-1997 corresponden a las cifras registradas en el mes de diciembre de cada año, mientras que para 1998 los datos sólo abarcan hasta el mes de marzo.

FUENTE: elaboración propia con base en INEGI (1980-1998).

los casos las ciudades receptoras no pudieron adecuar los servicios urbanos a las necesidades con que iba creciendo la organización industrial.

El contexto de la electrónica de consumo en Tijuana, Baja California

El proceso de globalización dirigido por corporativos multinacionales, a través de la relocalización de actividades y la expansión comercial de sus productos, afectó la composición de las estructuras productivas locales de los países que fungieron como receptores de líneas de producción. Con ello se perfilaron nuevos esquemas de crecimiento y especialización local, en donde ciertos agentes internos tuvieron una participación específica. En el caso de Baja California, específicamente Tijuana, destaca la creación de 11 asociaciones industriales entre 1983 y 2003. La más antigua es la Asociación de la Industria Maquiladora de Exportación de Tijuana A.C., creada en 1983; en 1987 se creó la Asociación Americana para el Control de Calidad; en 1990, la Asociación de Industriales de Tijuana A.C. (DEITAC), que es quizá una de las más influyentes en el sector; en 1993 se crearon las asociaciones de industriales de la Mesa de Otay y la de Industriales del Parque Industrial Pacífico; en 1996 siguieron las asociaciones de industriales del Parque Industrial El Florido y del Valle del Sur; en el año 2000 surgen las asociaciones de industriales del Parque Industrial El Águila y del Parque Industrial Misiones; mientras que en 2002 y 2003 surgen las de los parques industriales El Florido sección Colinas y sección Colinas Vistas I, respectivamente. En cuanto a la participación de cámaras relacionadas con la industria maquiladora destacan dos, la Canacintra de Tijuana, creada en 1947, y la Canieti del noroeste, de 1999.

En cuanto al peso de las actividades relacionadas con la rama electrónica, Baja California contaba en 1990 con tres de cada cuatro empresas maquiladoras dedicadas a la producción de aparatos, equipo y componentes electrónicos, específicamente de televisores, computadoras y sus partes. Algunas firmas globales concentradas en Baja California en ese momento eran Samsung, Sony, Daewoo, Mitsubishi, LG, Acer, Nec y Toshiba (véase el mapa 1).

Mapa 1



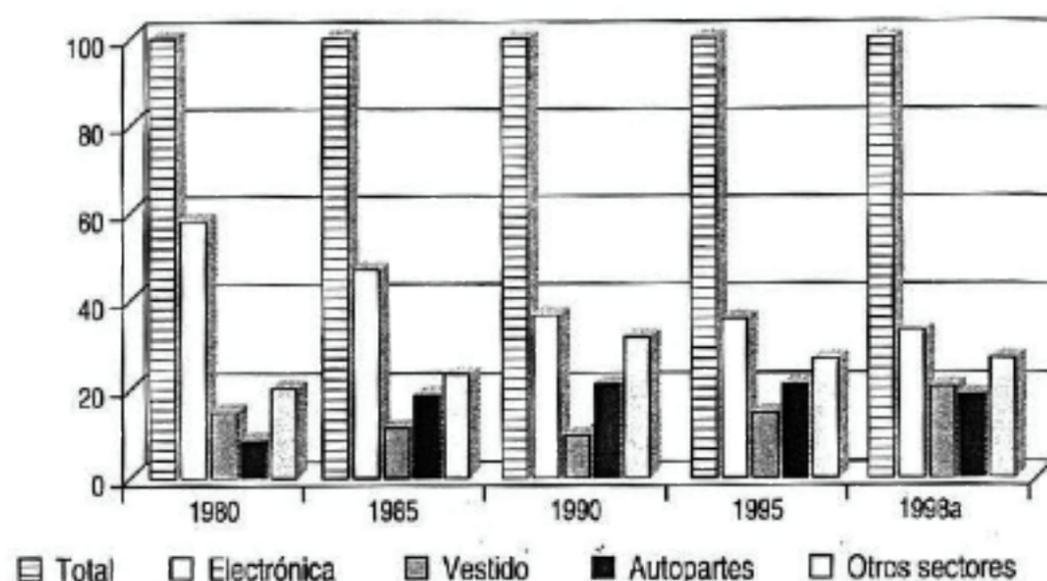
FUENTE: FOA (2000).

La concentración de dichos establecimientos y de la mayor parte de sus proveedores estaba en Tijuana (véanse las gráficas 1 y 2).

De las entidades fronterizas, la maquiladora de Baja California producía el porcentaje más alto de productos electrónicos y partes. El peso de la rama electrónica llegó a ser de 46% en establecimientos y 32% en empleos. En el interior de la entidad, la industria electrónica representó más de 20% en establecimientos y cerca de 45% en empleos (Gobierno del Estado de Baja California, 1998).

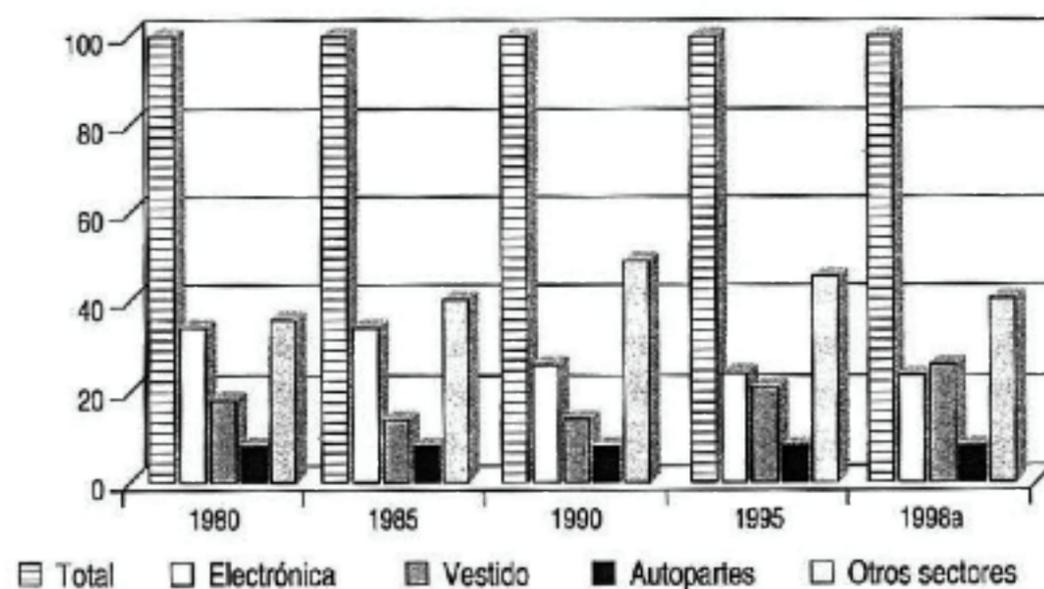
En Tijuana, a partir de la década de 1980 la estructura productiva experimentó un incremento acelerado en las actividades industriales,

Gráfica 1
Industria maquiladora de exportación
(porcentajes de empleo por sector, 1980-1998)



FUENTE: elaboración propia con datos de INEGI (1998).

Gráfica 2
Industria maquiladora de exportación
(establecimientos por sector, 1980-1998)



FUENTE: elaboración propia con datos de INEGI (1998).

posicionando a la IME como un sector de elevada capacidad de atracción. Baja California en su conjunto contaba con las tasas de empleo más altas debido, en gran parte, a la emergencia del sector maquilador. En 1970, la PEA en la entidad mantenía una concentración en la agricultura y los servicios; hacia 1980 las actividades agrícolas cayeron drásticamente y la manufactura, junto con las actividades de transformación, se ubicaron en segundo lugar después de los servicios. Conforme la IME se posicionó en el estado, la participación porcentual de la PEA manufacturera llegó al segundo lugar, con 23% y 28% en las décadas de 1990 y 2000, respectivamente (véase el cuadro 3).

De los empleos que concentraba la industria de la transformación en la década de 2000, casi 83% correspondía a la IME, y de ellos un gran porcentaje se dedicaba a las actividades de ensamble de productos electrónicos o eléctricos. Sin embargo, el total de empleos generados por el ramo electrónico fue mucho mayor que los datos presentados por rama de actividad. Ello se explica por los enlaces hacia atrás y hacia delante que generaron las plantas dedicadas a la manufactura y/o el ensamble de partes y productos para la electrónica de consumo. A este grupo ampliado se sumaron las plantas dedicadas a la fabricación de empaques, fabricación y ensamble de componentes especializados, servicios de almacenaje, servicios de empresas *shelter* y otras empresas que operaron bajo los distintos esquemas de exportación: Pitex (Programa de Importación Temporal para la Exportación), Altex (Programa de Empresas Altamente Exportadoras) o IME (Programa de Industria Maquiladora de Exportación).

Después de 1994, la aglomeración de empresas electrónicas vivió sus mejores años en Tijuana y en Mexicali, debido a la llegada de firmas asiáticas que se beneficiaron con la firma del NAFTA.²⁰ Tan sólo en 1997 se incorporaron a la agrupación de electrónicos más de 20 plantas, algunas de ellas filiales de corporativos multinacionales.²¹ En

²⁰ Entre 1995 y 1998, el total de empleos y número de establecimientos se duplica en la localidad (INEGI). Particularmente las empresas de origen asiático, consideran este acuerdo fundamental para su proceso de expansión en esta región de México.

²¹ En otra ciudad de Baja California, Mexicali, 70% de las plantas del grupo electrónico también correspondía a maquiladoras, el resto operaba como empresas Pitex,

Cuadro 3
PEA por sector de ocupación en Baja California, 1970-2000

Sector	1970	%	1980	%	1990	%	2000	%
PEA ocupada	222 241		403 279		578 395		914 853	
Agricultura	49 770	22	38 180	9	58 584	10	57 558	6
Petróleo	304	0		0	633	0		0
Extractivas	804	0	502	0	319	0	781	0
Transformación	40 432	18	54 698	14	131 154	23	256 586	28
Construcción	12 534	6	25 010	6	42 446	7	69 479	8
Electricidad, gas, agua	1 134	1	1 438	0	4 975	1	4 953	1
Comercio	32 037	14	55 454	14	92 887	16	145 714	16
Transportes	6 630	3	16 027	4	24 033	4	32 402	4
Servicios	53 692	24	76 609	19	166 876	29	261 417	29
Gobierno	8 767	4		0	21 586	4	29 716	3
Información insuficiente	16 467	7	132 442	33	21 978	4	47 763	5

FUENTE: censos generales de población y vivienda, INEGI (1960, 1970, 1980, 1990, 2000).

cuanto al origen de capital, más de 31.4% proviene de Estados Unidos,²² más de 20% de Asia (Corea, Japón y Taiwán) y el resto corresponde a inversiones conjuntas y de capital nacional.

En términos de la dinámica local, las empresas de la electrónica experimentaron un cambio en las variables de empleo y número de establecimientos en los segmentos de ensamble simple. La mayor expansión local de las maquiladoras de estos ramos sucedió en un corto plazo (1985-1997). Hacia el final de la década de 1990, empresas multinacionales que se habían instalado en la región iniciaron la re-integración vertical fuera del país de origen. Ambos sucesos son el reflejo tangible de la relocalización de la industria global y, posteriormente, de la modernización productiva. Tales desenvolvimientos los vamos a analizar detalladamente con el caso de Sony de México S.A. de C.V., que llegará a contar con seis plantas integradas para la producción de televisores convencionales, pero que en 2009 termina fusionándose con Foxconn para ceder las áreas productivas en la ciudad de Tijuana, Baja California.

SONY VIDEOTEC DE MÉXICO: DE LA REINTEGRACIÓN VERTICAL Y EL AUJE DE LA INDUSTRIA ELECTRÓNICA EN TIJUANA A LA FUSIÓN ASIÁTICA

El grupo Sony Videotec de México S.A. se consolidó en Tijuana, Baja California, a lo largo de la segunda mitad de la década de 1980, llegando a su clímax en la segunda mitad de los años noventa. En 1985 comenzó la participación local del corporativo japonés en Ti-

Altex, o como empresas beneficiadas por alguno de los programas de fomento a la exportación, ya que dentro del Programa de la Industria Maquiladora de Exportación se estableció, hasta 2006, la posibilidad de que una empresa amparara a sus proveedores locales, siempre y cuando los insumos vendidos se incorporaran a los productos exportados (Formato del Programa de Maquiladoras de Exportación, Scofie, 1998).

²² Por lo que corresponde al estado donde se concentra el mayor número de las matrices de origen estadounidense es California (80%), situación que se explica por la importancia del estado en la actividad electrónica, en lo que a componentes se refiere (Clement y Jenner, 1989:105-136).

juana, con la elaboración de productos para la rama de la electrónica, con el ensamble simple de marcos de televisión. Una década más tarde, en 1997, ya se podía hablar de un grupo en Baja California integrado por cinco plantas (VTMI, VTMI, VTMI y VTMI), cuatro localizadas en la ciudad de Tijuana, y una más en la ciudad de Mexicali.²³ Los cambios en la elaboración de productos, señalaba el gerente de relaciones industriales de VTMI, "derivaron de una mayor innovación en la tecnología por parte de empresas líderes, lo que condujo a Sony a seguir mejorando en este aspecto, e innovando en el producto y en los componentes". Al referirse al corporativo dentro de la escala mundial, mencionó una tendencia a "introducir al mercado nuevas líneas de productos". Por otro lado, se hizo énfasis en que "todas las plantas [tenían] que cuidar la fama de la marca Sony, pues por algo es considerada una de las marcas vanguardistas y de las mejores a nivel mundial en los productos que fabrica".

La operación de las plantas de Sony Videotec de México se amparó en el régimen de maquila, con una organización dirigida desde el corporativo japonés, el cual mantuvo una inversión de 100% en las plantas del norte de México. La fecha de inicio de operaciones fue febrero de 1985, con 39 empleados. Las actividades llevadas a cabo hasta 1988 correspondieron al ensamble tradicional; específicamente, se armaban marcos de madera para televisores de distintos tamaños. La instalación original tuvo como razón social Industrias Ynos de México, S.A. de C.V. Aunque el grupo se amplió y cambió la razón social, la planta original siempre fue considerada la pionera. Se le reconocía como la VTMI y sus instalaciones nunca cambiaron la residencia original. A partir de octubre de 1987, Industrias Ynos de México transformó su razón social a Sony Videotec de México; en ese mismo año se sumaron dos plantas a la VTMI, la VTMI y la VTMI, ubicadas ambas en el Parque Industrial El Lago. En 1994 inició operaciones una cuarta planta en Tijuana (VTMI), en 1996 se abrió la planta de Mexicali y en 1997 la sexta, identificada inicialmente como M3. Las instalaciones de M3 no se encontraban en El Lago, sino en

²³ La actividad de esta planta era la producción de un componente clave para televisores de 32" (DY).

el Parque Industrial Pacífico. El grupo de Sony en México fue el más grande de América con seis instalaciones en Baja California, superando el número de plantas en Brasil y Estados Unidos.

Los clientes de los productos fabricados en las plantas de Sony de Baja California, se localizaban en Canadá, Estados Unidos y América Latina. Según datos proporcionados por la compañía, en números totales de producción de televisores, entre abril de 1995 y marzo de 1996, se alcanzó un total de 1 465 198 unidades producidas, distribuidas de la siguiente manera: 344 583 unidades de TV 13", 713 975 de TV 20", 391 688 de TV 27" y 14 952 de TV 32". Estos volúmenes de producción representaron aproximadamente 80% del total de los televisores fabricados por el corporativo a nivel mundial en 1995. Para 1996, la cobertura de los mercados de América del Sur era realizada en su totalidad por las plantas de México.

El aumento en los volúmenes de producción y la ampliación de la capacidad instalada en Sony representaron un modelo de reintegración vertical. Después del ensamble simple en los primeros tres años, las plantas de la firma comenzaron el ensamble de una familia de televisores. Más tarde se incorporó la manufactura de nuevos tamaños de televisores y se incorporó a dos nuevas familias de productos: monitores de computadoras y sus partes, y teléfonos, tanto convencionales como celulares; además experimentó con la fabricación de controles para televisor.²⁴ Para 1997, Sony había pasado del ensamble simple de marcos de madera a la fabricación completa de televisores de 13", 20", 27" y 32", elaboración de las antenas de Direct TV (excepto el plato) y, dentro de la rama de aparatos de computación, a monitores de 15". No obstante, los proveedores de Sony en su mayoría seguirían siendo de origen extranjero, principalmente de Estados Unidos.

Modernización productiva

Las plantas de Sony en el mundo operan a partir de unidades de negocios. Cada instalación se dirige de manera independiente en la pla-

²⁴ Esta situación se repite en más de 90% de las filiales de multinacionales.

neación anual de sus gastos, pérdidas y ventas. El monto de inversión asignado es acorde a los presupuestos presentados por cada planta, el cual converge con el plan de gastos de las divisiones. En Baja California, como división, se cubría la planeación de cada una de sus plantas, las que a su vez eran evaluadas cada determinado tiempo. La "permanencia de los gerentes dependía de sus porcentajes de ganancias y pérdidas (*profits & losers*)", nos indicó en su momento el gerente de recursos humanos de VTMII. Con esta forma de operación y administración (que daba mayor independencia a las unidades), se dejaron atrás "las tradicionales formas de relación entre una empresa matriz y una filial corporativa".

A partir de 1994, las estrategias de reorganización del trabajo en Sony se orientaron a la capacitación e implementación de técnicas de operación de mayor flexibilidad. La política: "ya no [era] seguir creciendo desmesuradamente, como [había sucedido] durante los últimos años, sino definir una estrategia de desenvolvimiento con el personal y [las] plantas [...] programadas hasta 1997". Uno de los resultados de dichas estrategias fue que el grupo de Sony Vidcotec de México consolidó programas de capacitación de personal, siendo de los más sobresalientes "el *Cross Training*, que consistió en el entrenamiento cruzado al interior de distintas áreas de producción". En otros casos, "lo que se ha llevado a la práctica es una reasignación de tareas, representadas por nuevos esquemas de organización de trabajo tipo 'celda', que anteriormente se realizaban en una línea fija o en movimiento a través de bandas, [aunque] esto sólo se ha aplicado en algunas líneas de producción".

Para incrementar la capacitación de México, Sony puso en marcha un "plan de carreras" para trabajadores en dos niveles: el gerencial y el operativo. El objetivo era, por un lado, fortalecer al personal del área financiera y de negocios. Esto se debió a que las plantas en Baja California debían mantener su competitividad global y especializarse en áreas específicas de operación. De lo que se trataba era que "el personal de mandos medios y de gerencia [estuviera] capacitado y con los conocimientos adecuados para enfrentar la competencia en un mundo cada vez más globalizado". A raíz de dicha política, Sony firmó convenios con distintos centros universitarios y de capacitación

técnica de la región. La Universidad de California en San Diego recibía a empleados de Sony de las áreas de finanzas y administración de negocios. Más tarde esta demanda se cubriría localmente, con el Cetys de Tijuana. Para la preparación de empleados del área de operación, Sony firmó un convenio con el Conalep de Tijuana. Otro de los planes de especialización se llevaría a cabo con el reclutamiento, a lo largo del país, de egresados de áreas específicas. El requisito para ingresar a Sony sería que los seleccionados tuvieran los mejores promedios en su institución educativa, ya que el objetivo era "ganar gente especializada a través del contacto con universidades nacionales".

La reorganización del trabajo e innovaciones

Las innovaciones del corporativo mexicano, de acuerdo con el gerente de producción de la línea de yugo-deflexión, tenían que ver, no necesariamente con el cambio total del producto, sino con cambios en el tipo de componentes, lo cual en algunos casos llevó a modificar la asignación de tareas y la organización de las áreas de producción. Para el personal directivo las innovaciones representaban "la política del corporativo mexicano, [que ya no era] crecer, sino planear para seguir creciendo". Por ejemplo, entre 1994 y 1995 Sony contrató a casi mil empleados, pero una vez aprobadas las innovaciones en los productos se trató de reorganizar el trabajo con el mismo número de personal. Ello, se nos explica, "permitió adecuar al personal a los cambios derivados de las innovaciones".

El proceso de innovación en componentes y productos del corporativo fue parte de una política de la firma, que a su vez definió cambios en las divisiones y en las plantas de éstas, muy aparte de su funcionamiento como unidades de negocios.²⁵ Este ejercicio siguió siendo tradicional y repercutió en la eventual disposición para la innovación local de los países receptores, aunque de una manera muy limitada.

Entre las técnicas de organización implementadas destacan la manufactura celular y la rotación de tareas, trabajo polivalente, mante-

²⁵ Las adecuaciones del trabajo en las unidades de negocios son responsabilidad de las mismas, pero no es producto de las decisiones de cada planta, sino que se programan junto con la matriz.

niéndose las formas de trabajar en equipos, tener círculos de calidad, esquemas JIT y la de "mudadori".²⁶ A partir de ello las actividades de los operarios se combinaron gradualmente con las de mantenimiento, control de calidad y supervisión. Un empleado entrevistado manifestó que la organización por celda le permitía identificar no sólo los errores en la elaboración de componentes, sino la corrección de ellos en la medida de sus posibilidades. Anteriormente, una pieza defectuosa era regresada al operario encargado de la actividad:

[...] ahora hemos aprendido más porque antes hacíamos una sola cosa, como armar *la vertical* o poner el conector [...] pero también tenemos más trabajo [...] hay veces que tú tienes que componer lo que hizo mal otro y entonces tienes que [hacer las correcciones] y seguir con tu actividad.

Los cambios en la organización del trabajo evidencian que los operarios, "que anteriormente hacían una sola actividad durante su jornada, ahora [se encargaban] de un mayor número de tareas, y que su lugar de trabajo [...] ya no [estaría] organizado en una línea, sino en divisiones por celda que en conjunto [conformarían] una pequeña unidad de producción". Por ejemplo, en la fabricación de un DY para TV 20", el tiempo estimado era de 15 minutos, requiriendo el ensamblado de más de 30 microcomponentes que el operador debía conocer perfectamente, entre ellos la bobina vertical, la bobina horizontal, el separador, la terminal, los conectores, el subnúcleo, la grapa, los anillos de pureza, la abrazadera, el *cross arm*, el *hot molt* y las *etiquetas*. Los pasos para cubrir el ensamble eran más de 40, considerando un conteo a detalle, aunque estaban comprimidos en actividades genéricas.

En un recorrido que se hizo en VTMI en la década de 1990, se identificó que para la producción del componente DY debían completarse seis módulos o celdas:²⁷

²⁶ Esta técnica es de origen japonés y se refiere a quitar lo que ya no es necesario en un proceso productivo o administrativo, con el objetivo de ayudar a la reducción de costos. Esta técnica opera de manera particular en las plantas de Sony y se relaciona en general con una actitud de "ahorro" y eficiencia.

²⁷ La participación de los operadores requirió un amplio conocimiento, a pesar de que en algunos casos la capacitación consistió sólo en el curso de inducción.

- I) Armado simple: el operador que iniciaba la producción de DY armándolo en su forma más simple.²⁸
- II) Proceso de soldadura: el DY ya cuenta con las partes internas que deben fijarse.²⁹
- III) Prueba eléctrica y prueba de ajuste (llamada *cross talk*).³⁰
- IV) Prueba *LCR Tester*: mide la resistencia e inductancia de las bobinas vertical y horizontal.³¹
- V) Prueba de "convergencia": una de las más importantes para identificar cualquier error en la fabricación del componente. Este último test permitía corregir errores en una pantalla de prueba; de no ser así el televisor tendría defectos de transmisión.³²

²⁸ Se ensamblaba la bobina horizontal a la base de plástico del DY, la cual tenía una forma de cono; luego le colocaba un subnúcleo y un *ciman* para sellar; en ellos se colocaban los anillos de colores que tenían como función dar pureza a la reflexión de imagen; posteriormente se ponía una terminal al DY y se colocaban cables de conexión (cuatro) con amarres en las puntas, para finalmente cortar el excedente de puntas del cable y pasar el componente a otro operario.

²⁹ En esta celda se soldaban las puntas de los cables del DY; el componente se mojaba con *flux* (líquido para hacer eficiente el soldeo), se colocaba la parte más angosta del DY en un crisol de soldadura automática y posteriormente se le colocaba una abrazadera en la parte superior.

³⁰ Primero era sellada la parte superior del DY con una goma potente (es por encima de las bobinas y el operario que realiza esta tarea utiliza guantes y brocha), y se colocaba la parte del conector de la terminal en un probador de energía; si el DY pasaba el test se conectaba a un receptor que transmitía a una pantalla de computadora, la cual establecía los límites de energía; si el segundo test era positivo se pasaba el DY a la celda siguiente, a la prueba denominada *LCR Tester*.

³¹ Si el DY pasaba las dos pruebas, se colocaba el *tubin* o protector de terminales selladas, para finalmente colocar una etiqueta de identificación al componente. Posterior a ello se colocaba en una banda corta en movimiento (de aproximadamente 1 metro de longitud), donde el DY se sometía a la prueba de convergencia.

³² El DY se colocaba en una pantalla (CRT), con salidas de prueba, la cual estaba conectada a una computadora para apreciar la polaridad y la convergencia de las bobinas. Una computadora permitía identificar los errores en una pantalla; la convergencia de las bobinas se corregía manualmente con unos torniquetes del CRT de prueba. La polaridad se corregía por medio de ferritas (imanes delgados de 0.5 cm de ancho por 1.5 cm de largo), o por medio de piezas correctivas de metal de aproximadamente 2.5 cm de largo por 0.5 cm de ancho, y un espesor de 0.1 cm. Antes de pasar el DY a los sellos finales y al empaque, se le ponía una nueva marca al componente para identificar de qué celdas había salido. En trabajo de campo se constató que sólo mujeres participaban en la prueba de convergencia.

VI) Sellado y empaquetado: una vez que el DY había pasado por todas las pruebas, el componente se sellaba y se empacaba en cajas para ser trasladado a las plantas de ensamble de TV.³³

La descripción anterior permite reflexionar sobre lo minucioso de las actividades relacionadas con la elaboración de piezas como el DY, que en su momento fue uno de los componentes clave del televisor. Los operadores de ensamble dejaron de hacer actividades simples con la ampliación de líneas de producción y número de productos. Además de la complejidad de las nuevas tareas, debían encargarse de las pruebas de calidad, que repercutían en ganancias o pérdidas de las plantas. Sin embargo, aumentar las tareas y los conocimientos en el nivel de operador no significaría un escalamiento dinámico. Las razones que permiten esta afirmación es que, si bien había cuatro categorías por encima del puesto de operador, el segmento tenía 20 subcategorías, que de entrada podrían resultar un reto de largo plazo para el dominio de los conocimientos. Otra posibilidad de freno al escalamiento fue la rotación, que no permitió la alta especialización de los operadores.³⁴

Centros de investigación y diseño

Las actividades de investigación y desarrollo tecnológico realizadas por Sony nunca se trasladaron a las plantas de Baja California. Lo que existió fue una estrecha relación entre las plantas mexicanas y la casa matriz para definir la tecnología utilizada en la fabricación de ciertos productos. Las plantas mexicanas se encargaron de la selección de tecnología de proceso e, incluso, de manuales de procedimientos que fueron elaborados por la dirección de ingeniería de la división México. También participaban en la compra de equipamiento (bienes de capital), en la definición de mercados para la exportación, en los esquemas

³³ Todos los pasos fueron registrados en campo con la ayuda del supervisor de producción del turno vespertino de VTMI.

³⁴ Este fenómeno ha sido estudiado ampliamente, pero nos parece que habría que repensar la función de los estímulos con la alta rotación y el freno a la acumulación de conocimiento.

de coordinación con otras filiales y, por supuesto, en la contratación de obreros y operadores.

La división del trabajo en las plantas de Sony en Baja California mantenía ligadas a las unidades de negocios a través de departamentos generales, en particular dos: finanzas e ingeniería, ubicados en la planta VTMI (matriz de Videotec de México). Por lo tanto, aunque observamos en la organización de Sony un nuevo modelo de reintegración vertical, unidades de negocios independientes e innovación en procesos, no observamos impactos de envergadura en la red de proveeduría nacional.

Con los cambios en VTMI y la expectativa en el crecimiento de la división de Baja California se incursionó en el diseño de manuales. "Anteriormente muchas tareas no estaban definidas por escrito, tal es el caso de los procedimientos de las áreas dedicadas a la elaboración de DY". La redefinición de las áreas de trabajo y los cambios en el departamento de ingeniería dieron paso a la elaboración de manuales para operarios de celdas y líneas;³⁵ el objetivo principal era contar con una guía para todas las tareas que correspondían a los operadores. Por su parte, el personal de la empresa de aquellos años comentó que "la obtención del certificado ISO9000 también tuvo peso en el diseño de manuales, muchos de los cuales fueron hechos en México por el área de ingeniería".

Lo que se advierte en el caso de Sony, es que la I+D y los cambios en los productos e innovaciones corporativas tuvieron un impacto diferenciado en el aprendizaje de las plantas. Los efectos que requerían una respuesta estratégica vinculaban a ciertas áreas básicas como la de ingeniería. Por ejemplo, con los cambios en la introducción de nuevas líneas de producción a las plantas de Sony en Baja California se perfilaron cambios en los manuales de producción, se facilitó la supervisión técnica y se implementaron nuevos esquemas de contratación y movilidad de operadores, que a su vez modificaron los mecanismos en la reasignación de puestos. Los trabajadores debían ser polivalentes, y para ocupar otras categorías, debían entrar a

³⁵ No debe confundirse una línea de trabajo con una línea de producción. Una línea de producción puede estar operando con varias líneas de trabajo o celdas.

un esquema de promoción participando por convocatoria.³⁶ La promoción y la movilidad estarían ligadas al tipo de capacitación de los empleados a través de cursos.³⁷ En efecto, en las plantas de Sony existían cursos obligatorios de los que dependía la evaluación, sobre todo de operadores, y no sólo la promoción de puestos. La coordinación estuvo a cargo del área de Recursos Humanos, que vio complejizadas sus tareas, pues antes de 1995 el mecanismo más frecuente de promoción consistía en la antigüedad.

Finalmente, llama la atención que, a pesar de los nuevos esquemas de movilidad, de contratación y capacitación, los niveles jerárquicos de las áreas de producción no sufrieron alteración. Por lo general había cinco: gerencia, área de coordinación, área de supervisión, asistencia técnica y nivel de operadores. Después de 1995 este organigrama seguiría intacto, con las 20 diferentes subcategorías en el nivel operador que llegaron a tener las plantas de Sony. Lo anterior muestra el tipo de fábrica que se requería para cubrir la demanda mundial de televisores y las limitadas vías para desarrollar productos o hacer investigación desde México.

El surgimiento de proveedores locales

La reintegración vertical que experimentó Sony hacia la segunda mitad de los años noventa requirió de un mayor número de proveedores, algunos de ellos de equipo original manufacturado (OEM, por sus siglas en inglés). Estos abastecedores no fueron proveedores nacionales sino filiales de otras MNC, o bien, proveedores especializados de *commodities* (componentes básicos de productos) que operaron al amparo de algún programa de exportación. Otros proveedores menos especializados, como los fabricantes de cajas o moldes de *pellet*, también fueron ubicados fuera de la ciudad por las plantas compra-

³⁶ Los pasos generales a seguir eran: a) inscribirse a la convocatoria que expide el departamento de recursos humanos si cuenta con los requisitos de la misma, b) pasar un examen, c) cubrir una entrevista y d) tener una recomendación del supervisor del área a la cual pertenece.

³⁷ En otras plantas maquiladoras, no sólo de esta localidad fronteriza, las oportunidades de capacitación para el nivel de operario se reducen al curso de inducción.

doras. Se trató en algunos casos de redes de confianza que permitían la transferencia de información que mediaba para la elaboración de los empaques.

El incremento en la demanda de proceduría local podría parecer un aspecto favorable para la región en términos de derrama económica y aprendizaje local (véase el cuadro 2); no obstante, la conformación de nuevas redes productivas mantuvo la exclusión para los proveedores locales. Por ello no resulta extraño que el porcentaje en la compra de materias primas, envases y empaques suministrados por proveedores nacionales se mantuviera siempre debajo de cuatro por ciento.

¿Cuál es la explicación? Al menos dos razones saltan a la luz para el caso de la rama electrónica. La primera es que un número importante de plantas abastecedoras en Tijuana y en Mexicali provenían del mismo país que las compradoras. La razón de ello no es que la ciudad presentara ventajas de aglomeración, en realidad se propiciaron tales ventajas. Nuestras indagaciones apuntan a que las empresas núcleo (compradoras principales) incentivaron en incluso financiaron el traslado de sus propios proveedores a México. En este sentido no podemos decir que el origen haya desempeñado un papel importante en las relaciones de confianza proveedor-comprador. Pero sí podemos afirmar que las relaciones se iniciaron en México. En esta segunda vía, la distancia geográfica también fue un factor importante: la ubicación en el mismo parque o en la misma zona industrial de proveedores disminuye costos, mientras que la ascendencia étnica mantiene confianza.

De acuerdo con el cuadro 4, podemos ubicar distintos tipos de plantas dedicadas al ensamble de componentes, productos terminados o servicios especializados para la industria eléctrica y electrónica. Si analizamos la ubicación geográfica de redes, encontramos un fenómeno de concentración en parques y zonas industriales.

Para Sony en Tijuana, el Parque Industrial Pacífico y el Parque Industrial El Lago fueron las áreas de concentración. Al respecto, podemos decir que la concentración de plantas no necesariamente apuntó a la especialización productiva de la ciudad, sino de los corporativos. Veamos la evolución que tuvo VTMI, que fue la planta original de

Cuadro 4
Especialización de la actividad electrónica en Baja California

A	Plantas dedicadas a la producción de componentes clave y productos terminados (televisores y monitores).
B	Plantas dedicadas a la manufactura de componentes.
C	Plantas dedicadas al ensamble y/o fabricación de tableros electrónicos.
D	Plantas dedicadas a la fabricación de empaques de cartón, <i>foam</i> , <i>pellet</i> , o vidrio.
E	Plantas dedicadas a la fabricación de gabinetes de televisión.
F	OEM.
G	Plantas de servicios de almacenaje.
H	<i>Shelter</i> .
I	Plantas dedicadas a otros servicios especializados (por ejemplo pintura).

FUENTE: elaboración propia con datos levantados en campo durante abril de 1999.

Sony, y que pasó del ensamble de marcos de madera para TV a formar parte de la división de *key components*.

VTMI y los impactos regionales de la especialización

Como hemos visto, en 1985 Sony se instaló en México, amparada bajo el programa maquilador y la razón social de Ynos de México. Con el inicio de la expansión del corporativo en Baja California (en los primeros años de los noventa), la planta dejó de ensamblar sólo marcos de madera, los cuales eran destinados a la planta Sony en San Diego, y comenzó a producir dos componentes clave para televisores: FBT³⁸ y DY.³⁹ A partir de 1987, la planta incorporó dos líneas más

³⁸ De acuerdo con la información obtenida, en VTMI, este componente clave, FBT (Fly Back Transformer), representaba un transformador de potencia; el proceso de su producción variaba de acuerdo con el tamaño del aparato final.

³⁹ Era una parte del televisor que permitía mandar la señal a la pantalla, DY (Display Yugo, conocido también como Yugo). Su proceso de producción también dependía y variaba de acuerdo con el tamaño del aparato final.

de ensamble.⁴⁰ Un año más tarde, 1988, retiró el armado de marcos de madera y fue ampliando su capacidad instalada para la elaboración de FBT y DY de televisores de todos los modelos de Sony. La planta VTMI también llegó a suministrar FBT y DY para monitores de computadora, respondiendo a la demanda de distintas marcas, lo que le convirtió en una OEM.

Paulatinamente, los principales compradores de VTMI se ampliaron: Sony SDP (San Diego), otras plantas de Brasil, Japón, VTMI y TCM (Mexicali); así como la VTMI (Tijuana), Sony Argentina, Sony Pittsburgh, Sony Barcelona y una compradora externa que fue Goldstar. Para febrero de 1997, VTMI era la única planta de Sony en Tijuana que operaba cuatro turnos durante los siete días de la semana. En este año el número total de empleados en VTMI superó los 1 350 puestos, entre administrativos, directivos, vigilancia, limpieza y operación en línea. En consecuencia, podemos afirmar que VTMI representa la expansión regional de Sony, pero no la ampliación de la red de proveedores ni tampoco la sustitución de insumos importados. Si recuperamos las particularidades de las actividades de ensamble del DY en VTMI, tampoco podemos hablar de una especialización asociada a la acumulación de conocimiento o al escalamiento.

Por otro lado, la integración regional de empresas se produjo a partir de las filiales de los mismos corporativos en la zona. La expansión de las relaciones de Sony así lo demuestran. No obstante, podemos observar un proceso de emergente regionalización productiva en los empaques. Las empresas de la electrónica, incluidas las plantas de Sony, buscaron proveedores de empaques y envases dentro y fuera de la localidad, es decir, de componentes no estratégicos para bajar costos de producto y de traslado. La integración estratégica que había sido inducida por los corporativos se repitió en otros planos y la disputa de los mercados se llevaba a cabo en el exterior.⁴¹

⁴⁰ La línea de FBT para televisores de 13" y 20", y DY para televisores de 19". La producción de ensamble de marcos, de FBT y DY, fue destinada a la filial de Sony de San Diego, ubicada allí hasta 1987.

⁴¹ Algunos de los proveedores que iniciaron con un solo comprador y bajo el acuerdo de traslado, han dado por terminada la relación única con sus clientes o han invertido su importancia contrarrestando la pérdida con nuevos clientes locales o regionales.

Como se aprecia, fueron las estrategias y ventajas de los corporativos de la electrónica de consumo los que dirigieron un modelo de especialización productiva en ciudades como Tijuana, misma que llegó a ser considerada la capital mundial del televisor. Frente a ello los organismos gubernamentales respondieron con estrategias de promoción industrial para aumentar la captación de IED y el fomento de una nueva cultura empresarial.

Las tareas pendientes en materia de fomento se refieren a una cultura laboral participativa y una cultura orientada a la I+D que estimule la apropiación y generación de conocimiento en los campos más especializados de la producción, como señala Dosi (1988), ya que el nivel de especialización industrial de nada sirve si no existen metas locales en el desarrollo productivo. En 2007 se comprobó nuevamente que la IED y la competitividad de las empresas no estaban arraigadas en Tijuana. Los objetivos de la localidad se encontraban extremadamente relacionados con el desempeño de corporativos multinacionales, y así lo demuestra el ocaso de las plantas de Sony en Baja California.

En 2006 comenzaron aparecer anuncios sobre el supuesto cierre de Sony en Baja California. El gobierno estatal dio a conocer en ese año que Sony había realizado una "alianza" estratégica con Foxconn Electronic para operar una de las plantas en Tijuana. En otras notas se explicaba que Foxconn era una empresa subcontratista de origen taiwanés. Tres años después se anunció en la página electrónica del Directorio de la Industria Maquiladora de Baja California que

[...] la Comisión Europea dio el visto bueno a la compra de 90% de las plantas de manufactura de Sony en México y Eslovaquia [por] la firma Foxconn, que pertenece al grupo Hon Hai, principal proveedor de servicios de contra-manufactura del mundo. Esta operación se realizará como parte de la estrategia de la firma japonesa en 2009 para mejorar la producción y rentabilidad de los televisores de pantalla de cristal líquido (LCD) en estos mercados, señala el reporte financiero anual de Sony.⁴²

⁴² Consultado en <<http://industriamaquiladora.net/noticia.php?id=479>>, consulta final en enero de 2014.

En 2010 finalmente se afirmó que Sony vendería 90% de su participación de la planta de Tijuana dedicada a la producción de TV a Hon Hai Precision Industry Corp. Ltd., líder de manufactura iPods, Playstation y consolas de juegos.⁴³

CONCLUSIONES

La industria electrónica en Tijuana es sin duda uno de los ejemplos más emblemáticos del modelo maquilador en el norte de México. Empresas de clase mundial se instalaron en la localidad, abriendo expectativas de desarrollo local sin precedentes. Sony representa el caso de mayor envergadura en la ciudad. De las seis plantas que llegó a tener en Baja California, cinco se localizaron en Tijuana. La experiencia de poco más de dos décadas significó un esquema de reintegración vertical que contradecía los principios de la subcontratación internacional. La apertura de cuatro plantas integradas de Sony en Tijuana (VTMI, II, III y IV), condujo a nuevos procesos de organización del trabajo y a la generación de empleo (cerca de diez mil puestos).

La tendencia del sector electrónico sugirió una mayor especialización y expansión de las empresas. Sin embargo, la reestructuración productiva de las multinacionales fue aprovechada por el propio capital extranjero y no por proveedores nacionales. Las operaciones y las prácticas de las empresas transnacionales, que llegaron a la ciudad para convertirla en la capital mundial del televisor, no permitieron crear un monopolio tecnológico en la región. La transnacionalización de capitales y la transferencia de conocimiento son dos procesos con distintos niveles de permeabilidad que difieren entre las firmas, donde el primero no asegura el segundo.

Si bien a lo largo de dos décadas de experiencia maquiladora en el ramo de la electrónica de consumo se pasó del ensamble simple o tradicional al ensamble y manufactura con tecnología de punta, ello

⁴³ Este anuncio apareció en la página *San Diego Maquila* en 2010; allí se hacía referencia a la entrevista que Paul Semenza (directivo de Sony) dio al *San Diego Union Tribune* (disponible en <<http://sdmaquila.blogspot.mx/2010/03/sony-sold-tijuana-to-foxconn.html>>, consulta final en enero de 2014).

no significó un cambio en la estructura de puestos de las empresas ni la posibilidad de un mayor aprendizaje y movilidad laboral. Se mantuvo 80% de puestos en el nivel operador, donde la propia rotación del personal limitó la acumulación de conocimiento.

Los actores locales de orden mixto centraron sus esfuerzos en la promoción industrial, mientras que los centros de capacitación técnica y universidades se acoplaron a las necesidades de la IED. Esta vía del desarrollo industrial no consideró que el crecimiento de la industria para los siguientes años sería menos acelerado o que incluso llegara al colapso, como sucedió en el periodo 2000-2003. En Tijuana se procuró crear las condiciones de infraestructura requeridas por las maquiladoras, en especial las que tuvieron las empresas del sector electrónico, pero se falló en la creación de estructuras articuladas para el desarrollo industrial. Esta situación no significa que las actividades de atracción, generación de empleo y habilitación de conglomerados sean erróneas, sino que el capital transnacional opera con el horizonte de la competitividad global. Ante ello, las instancias gubernamentales y organismos mixtos debieron jugar un papel más agresivo en la adquisición de conocimiento y transferencia tecnológica.

La integración regional binacional de empresas tampoco significó una cooperación regional binacional para el desarrollo industrial. En este sentido, Tijuana careció de instrumentos de acción regional y de largo plazo para el desarrollo industrial. Ello implicaría una serie de metas y regulaciones para promover la participación de proveedores locales de origen nacional en las cadenas de valor. Las maquiladoras debieron considerarse como promotores externos de la localidad. La gran empresa debería adoptar la idea de que es un agente promotor del desarrollo local, situación que no se ha alentado.

Para promover y apoyar la investigación, se requiere pensar en la capacitación como parte de la inversión tecnológica, por ello la promoción industrial debería asumir una relación distinta con las maquiladoras. El pleno empleo no es suficiente para el desarrollo productivo de una localidad. Los miles de empleados capacitados por las empresas electrónicas no obtuvieron certificación de sus habilidades. La promoción y la selección de empresas en los años de auge para el sector electrónico en Tijuana distan de verse como guías para

el fomento y generación de conocimiento a través de una economía de aprendizaje. El sistema productivo local, integrado por algunas empresas o grupos de empresas, no fue un eslabón entre empresas de la ciudad y cadenas globales de producción electrónica. Las ventajas competitivas, que parecían elevadas, se vinieron abajo con la salida de Sony y de otros corporativos de gran importancia mundial, como Panasonic, que dejó la ciudad en 2008. Este comportamiento muestra que las capacidades locales para retener a las multinacionales fueron muy reducidas después de dos décadas de crecimiento sostenido. Lo peor es que, con la llegada de Foxconn, se vuelve a caer en el modelo anterior: el de una maquiladora internacional que llega a Tijuana a realizar ensamble final.

Por tanto, la idea de que la maquiladora fronteriza se sustenta en una clase obrera especializada pero poco remunerada en el contexto de la competencia global, parece vigente. En contraparte, las empresas han sido muy hábiles para adaptarse a los trabajadores mexicanos, en cuanto a los estímulos al *desempeño* y en la implementación de esquemas de incentivos que no están obligados a pagar, pero que les reditúa en el aumento de la productividad.⁴⁴

En la mayoría de las empresas de la electrónica, los incentivos se reducen a los bonos por productividad semanal, que en algunos casos incluso se otorgan en dólares, y bonos para despensa, los cuales pueden representar hasta 150% del sueldo nominal diario por empleado. En los horarios de trabajo, se ha dado una doble adaptación; algunas empresas han cambiado los esquemas del país de origen por horarios a la mexicana, pero otras no. El choque cultural en el sector electrónico se presentó con mayor frecuencia debido a la mayor presencia de las empresas asiáticas, junto con sus esquemas y sentido del trabajo. Por lo tanto las empresas tuvieron que asumir los costos de la rotación.⁴⁵

⁴⁴ Las prácticas de los gerentes taiwaneses fueron cambiando y se adecuaron al esquema de incentivos que era vigente en la localidad —bonos de despensa, asistencia, etcétera. Ello significó que los salarios aparecieran desglosados en el recibo de pago ya que la manera de pago estaba pensada como un pago único.

⁴⁵ Particularmente, *la cultura de trabajo* en las empresas coreanas del grupo electrónico se sustenta en la rigidez y en el estricto desempeño de las actividades, cualesquiera que éstas sean, y ello es lo que hace el cambio. Para el coreano el tra-

Por otra parte, los enlaces de confianza con mexicanos constituyeron una manera de sostener la red de proveeduría entre multinacionales y plantas locales; sin embargo, esta práctica sólo operó en los casos donde las empresas proveedoras habían sido impulsadas por la matriz.⁴⁶

En suma, no podemos obviar que el desarrollo de las maquiladoras en México estuvo afianzado al contexto global de la producción industrial y al surgimiento de nuevos modelos de organización del trabajo en Europa y Asia, en donde las ventajas competitivas no siempre se tradujeron en la transferencia efectiva de conocimiento tecnológico. Las estructuras poco versátiles y tradicionales en la organización del trabajo no pudieron cambiar la vía de la especialización y las formas de administración del trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

ALMARAZ, Araceli (1997), "Procesos de aprendizaje dentro de un esquema de especialización global: una propuesta de análisis para la llamada IME en la ciudad de Nogales, Son.", en Blanca Lara y Lorenia Velázquez (comps.), *México y Estados Unidos: el reto de la interdependencia económica*, México, El Colegio de Sonora/Colegio Nacional de Economistas/Gobierno del Estado de Sonora/Colegio de Economistas de Sonora, pp. 103-130.

bajo es disciplina y exige total entrega. Esta concepción ha ocasionado fricciones entre los trabajadores y las empresas, porque los coreanos han querido implantar sus esquemas de organización en los que la obediencia a la autoridad es una de las reglas principales. Las empresas coreanas tienen grupos de trabajadores con jornadas de 12 horas y desean que los trabajadores se comprometan con la planta. Para los mexicanos el trabajo tiene un significado distinto. Esta información fue proporcionada por la gerente de recursos humanos de una empresa coreana ensambladora de televisores, cinescopios y monitores de computadoras asentada en Mexicali. La entrevista fue realizada el mes de febrero de 1999, dentro de las instalaciones de la empresa.

⁴⁶ Están documentados casos como el de un gerente mexicano quien, sin conocer los procesos productivos, se ganó la confianza de las contrapartes asiáticas; esto le valió obtener la gerencia administrativa. Otro caso fue el de un gerente de planta proveedora de empaques de capital coreano al que más tarde se le otorgó la concesión del transporte de la planta.

_____; Jorge CARRILLO y María Eugenia DE LA O (1998), "Estrategias empresariales de reestructuración productiva en Tijuana", en Enrique de la Garza (ed.), *Estrategias de modernización empresarial en México, flexibilidad y control sobre el proceso de trabajo*, México, Fundación Ebert/ Rayuela, pp. 27-64.

____ y María del Rosio BARAJAS (2013), "Relaciones transfronterizas y nuevos actores institucionales. Cooperación para la innovación y el desarrollo regional en Tijuana, México-San Diego, USA", en número especial de *Atlántida, Revista Canaria de Ciencias Sociales*, San Cristóbal de la Laguna, Tenerife, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales-Universidad de La Laguna, pp. 51-75.

ALONSO, Jorge y Jorge CARRILLO (1996), "Gobernación económica y cambio industrial en la frontera norte de México: un análisis de trayectorias locales de aprendizaje", en *Eure. Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales*, Santiago de Chile, vol. 22, núm. 67, pp. 45-65.

ÁLVAREZ, Norma *et al.* (1989), *El reto de la globalización para la industria mexicana: opciones para las empresas*, México, Diana/Centro de Investigación para el Desarrollo (Serie Alternativas para el Futuro).

AMIN, Samir (1998), *Capitalism in the Age of Globalization*, Londres, IPSR/Zed Books.

BAUMANN, Renato (2009), *El comercio entre los países BRICS*, Santiago de Chile, CEPAL.

CARRILLO, Jorge (coord.) (1993), *Condiciones de empleo y capacitación en las maquiladoras de exportación en México*, México, STPS/El Colegio de la Frontera Norte.

____ y Alfredo HUALDE (1998), "Third Generation Maquiladoras? The Delphi-General Motors Case", en *Journal of Borderlands Studies*, vol. XIII, núm. 1, pp. 79-98.

____ y Kathryn KOPINAK (1999), "Empleo y relaciones laborales. Las maquiladoras en México", ponencia presentada en el seminario "Cambios en los contratos colectivos en México", organizado por el Instituto de Investigaciones sociales de la UNAM y la UAM-Iztapalapa en marzo en la ciudad de México, México.

- _____ y Ma. del Rosio BARAJAS (2007), *Maquiladoras fronterizas. Evolución y heterogeneidad en los sectores electrónico y automotriz*, Miguel Ángel Porrúa/Colef, México.
- COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL) (2008), "La transformación productiva 20 años después. Viejos problemas, nuevas oportunidades", en *Trigésimo segundo periodo de sesiones de la CEPAL*, Santo Domingo República Dominicana, 9 al 13 de julio.
- CORLAT, Benjamin (1995), *Pensar al revés: trabajo y organización en la empresa japonesa*, Siglo XXI, 5a ed., México.
- CLEMENT, Norris y Stephen JENNER (1989), "La industria maquiladora de México y la economía de California", en Bernardo González-Aréchiga y Rosio Barajas (comps.), *Las maquiladoras: ajuste estructural y desarrollo regional*, capítulo I, México, El Colegio de la Frontera Norte, pp. 105-137.
- DOSI, Giovanni (1988), "The Nature of the Innovative Process", en Nelson Richard (ed.), *National Innovation Systems*, Nueva York/Oxford, Oxford University Press.
- ELECTRONIC INDUSTRIES ASSOCIATION (EIA) (1997), *Electronic Market Book*.
- FELIPE OCHOA Y ASOCIADOS (FOA) (2000), "Programa de Impulso al Sector Industrial en el Estado de Chihuahua", informe final, presentación, s/rf, mimeo.
- FREEMAN, Christopher y Luc SOETE (1997), *The Economics of the Industrial Innovation*, Cambridge, The MIT Press.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI) (1980-1998), "Estadísticas económicas, 1980-1998", en *Industria maquiladora de exportación*, publicación mensual, INEGI, México.
- _____ (1998), "Estadísticas económicas", en *Industria maquiladora de exportación*, publicación mensual, febrero, reporte preliminar, INEGI, México.
- KOPINAK, Kathryn (1997), *Desert Capitalism*, Nueva York, Black Rose Books.
- RIVERA, Miguel Ángel y Araceli ALMARAZ (2013), *La subcontratación internacional en México. Una aproximación desde la perspectiva del desarrollo tardío asiático y del desafío de China*, México, UNAM.

- SECRETARÍA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL (Secofi) (1993), *Reporte interno*, Tijuana, México.
- _____ (1998), *Formato del Programa de Maquiladoras de Exportación*, Secofi/Subsecretaría de Industria e Inversión Extranjera/Dirección General de Normas, México.
- STORPER, Michael y Robert SALAIS (1997), *Worlds of Production: The Action Frameworks of the Economy*, Cambridge, Harvard University Press.
- TURNER, Ernesto et al. (coord.) (1994), *México en los noventa. Globalización y reestructuración productiva*, México, UAM-Azcapotzalco/Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Sitios web consultados en enero de 2014

- Industria maquiladora, en <<http://industriamaquiladora.net/noticia.php?id=479>>.
- San Diego Maquila, en <<http://sdmaquila.blogspot.mx/2010/03/sony-sold-tijuana-to-foxconn.html>>, consultado en enero de 2014.

Entrevistas

- Lic. Rafael Trujillo, gerente de Relaciones Gubernamentales, en las instalaciones de Sony Videotec de México, VTMI ubicada en Lago Mainar 5520 Sección C, Parque Industrial el Lago, Tijuana, Baja California, del 9 al 10 de diciembre de 1996.
- Lic. Francisco Sandoval, subgerente de Recursos Humanos de VTMI ubicada en Lago Mainar 5520 Sección C Parque Industrial el Lago, Tijuana, Baja California, del 9 al 10 de diciembre de 1996.
- Lic. Gregorio Chávez, subgerente de Recursos Humanos de VTMI y VTMI, coordinador de las plantas VTMI y VTMI, entrevista realizada en VTMI ubicada en Lago Mainar 5520 Sección C Parque Industrial el Lago, Tijuana, Baja California, del 10 al 11 febrero de 1997.
- Ing. Manuel Silva, Supervisor de Producción SONY Videotec de México, VTMI ubicada en Lago Mainar 5520 Sección C Parque Industrial el Lago, Tijuana, Baja California, del 10 al 11 febrero de 1997.
- Gerente de Recursos Humanos de empresa coreana, realizada el mes de febrero de 1999.

11. La inserción de México en la cadena global de la industria del cemento y su adhesión a la iniciativa para la sostenibilidad del cemento*

*Paola Selene Vera Martínez***

*Nadima Simón Domínguez****

INTRODUCCIÓN

La globalización actual ha producido transformaciones de la economía mundial que han impactado las estructuras de gobierno de las cadenas de valor globales; también, han originado cambios significativos en los mercados finales de muchas de estas cadenas, que se han visto acelerados por la crisis económica iniciada en el año 2007. Asimismo, nuevos actores con gran poder político y económico han redefinido la distribución geoespacial de las empresas que participan en dichas cadenas, junto con su concentración en la base de suministro global.

La industria del cemento se caracteriza por la concentración económica y de mercado, una estructura oligopólica y la presencia de grandes empresas transnacionales. Los eslabones básicos de la cadena de valor de esta industria comprenden la extracción de materias primas, el proceso de fabricación del cemento, su distribución, preparación de concreto y su reciclaje. En todos ellos se requiere de una logística de transporte y de actividades de investigación y desarrollo tecnológico. Los altos costos de transporte obligan a la fragmentación de la producción; es decir, las plantas de cemento requieren estar lo

* Investigación realizada en el marco del Proyecto UNAM-DGAPA-PAPIIT IA30 1515, "Gobernanza e implementación de estándares de sustentabilidad en la cadena de valor del cemento en México".

** Profesora-investigadora de la División de Investigación de la Facultad de Contaduría y Administración-UNAM (ps.vera@gmail.com).

*** Profesora-investigadora de la División de Investigación de la Facultad de Contaduría y Administración-UNAM (nadimasimon@hotmail.com).

más cerca posible de los centros de consumo; esta situación propicia la instalación de múltiples plantas con el objetivo de satisfacer la demanda.

La principal estrategia que ha caracterizado la participación de las empresas mexicanas en la cadena global de la industria del cemento está constituida por la transferencia de sus operaciones a diversos países. Así encontramos como ejemplo el caso de la expansión internacional de Cementos Mexicanos, S.A. de C.V. (Cemex), la empresa cementera líder de México, principalmente a Estados Unidos y a Europa.

El principal problema de la sustentabilidad ambiental de la industria del cemento radica en su proceso de producción. Para hacer frente a esta problemática, las empresas líderes han unido esfuerzos bajo la Iniciativa para la Sostenibilidad del Cemento, auspiciada por el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible. Entre sus principales compromisos se asume la protección del medio ambiente y la salud, así como la seguridad laboral; igualmente, se dedica especial atención a la mitigación de las emisiones de CO₂ debido a su relación con el cambio climático, el cual es uno de los principales problemas del desarrollo sustentable en el mundo, con serias repercusiones locales.

Los objetivos del presente trabajo son:

- Analizar la naturaleza dinámica y la estructura de gobernanza de la cadena de valor global de la industria del cemento y sus características, así como la distribución geoespacial de las empresas en dicha cadena en México y en el mundo.
- Analizar la participación de las empresas mexicanas en la cadena global de la industria del cemento, particularmente el caso de Cemex.
- Presentar las estrategias que sigue la Iniciativa para la Sostenibilidad del Cemento, de la cual Cemex forma parte desde su origen en 2002; asimismo, se analizan los logros de esta empresa en la adopción de los criterios de sustentabilidad y los retos que debe enfrentar en su contribución al desarrollo sustentable de nuestro país.

CADENAS GLOBALES DE VALOR

Las estrategias adoptadas por las empresas modifican la organización de éstas; del mismo modo, influyen en las políticas de atracción de inversiones promovidas por los gobiernos y viceversa. En la década de 1960, la búsqueda de menores costos llevó a las empresas al desplazamiento de sus actividades fuera de sus fronteras; decisión promovida por la política de sustitución de importaciones implementada en los países en desarrollo. Después, la estrategia seguida por minoristas y empresas líderes de Estados Unidos, durante las décadas de 1970 y 1980, fue la búsqueda de proveedores en alta mar, lo que dio paso al cambio de cadenas de productos básicos impulsadas por el productor —propias de empresas verticalmente integradas— a cadenas impulsadas por el comprador. Esto, a su vez, implicó la expansión geográfica de las cadenas (Gereffi, 2014:9-10).

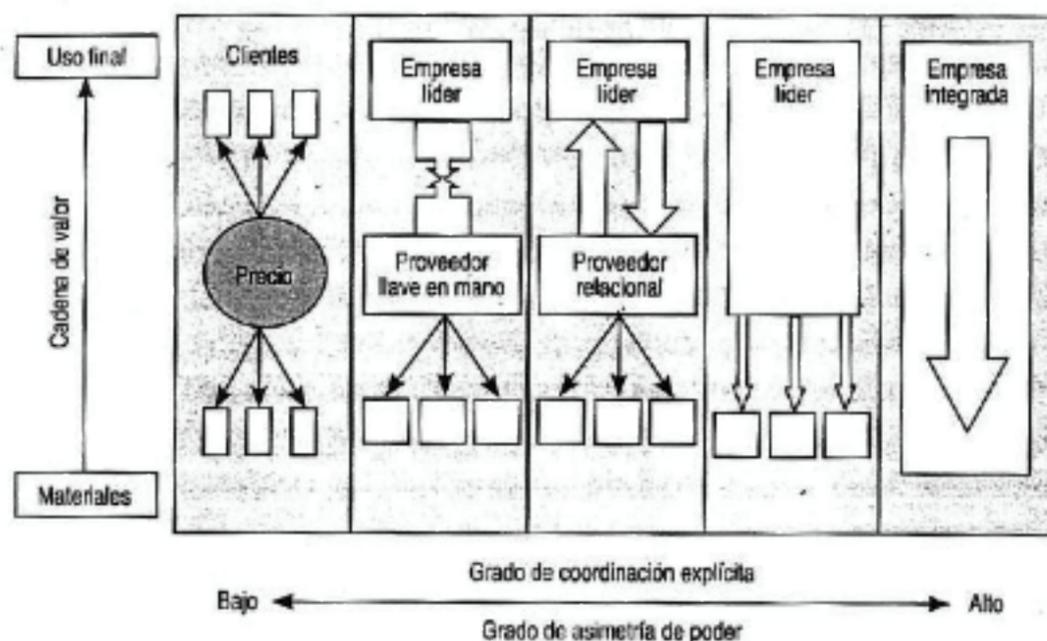
Esta dicotomía de cadenas impulsadas por productor y comprador resultó insuficiente para describir tanto las relaciones que se establecían en las cadenas como los cambios en su configuración. Por un lado, este tipo de estrategia dejó de ser típica de las empresas de manufacturas para extenderse a otras de productos diferentes —como la producción de alimentos y energía—, incluso a empresas de servicios. Este giro en las actividades desarrolladas por las cadenas se denominó cadenas globales de suministro, fenómeno que caracterizó las décadas de 1990 y 2000. La estrategia de las empresas no sólo se orientó a la búsqueda de proveedores de menor costo sino a la fragmentación de los procesos; así, surgieron las categorías de cadena global de valor y de red de producción mundial (Gereffi, 2014:10).

Por otro lado, Gereffi *et al.* (2005) extienden la taxonomía de cadenas impulsadas por el productor y comprador para explicar la gobernanza de las cadenas globales de valor e incluir tres tipos de relaciones intermedias entre los extremos: modular, relacional y cautiva (véase la figura 1). A través del concepto de gobernanza los autores pretenden explicar “cómo el poder corporativo puede configurar activamente la distribución de las ganancias y los riesgos en una industria, e identificar a los actores que ejercen tal poder” (Gereffi, 2014:13). Para tal efecto analizan tres factores: la complejidad de las

transacciones, la codificación de la información y la capacidad de la base de suministro. La interacción de estos tres elementos origina la tipología de la gobernanza de las cadenas globales de valor, esto es, de mercado, modular, relacional, cautiva y de jerarquía (Gereffi *et al.*, 2005:85; véase la figura 1).

Figura 1

Tipología de la gobernanza de las cadenas globales de valor, según Gereffi



FUENTE: Gereffi *et al.* (2005:89), adaptación de Vera (2014:4).

El mercado ejerce la gobernanza a través del precio; cuando las transacciones están codificadas con facilidad y las especificaciones del producto son simples, el proveedor tiene la capacidad de elaborar los productos con escasa participación de los compradores. Si el producto es complejo pero su diseño se puede descomponer en partes, entonces surge una cadena de valor modular. La simplificación del proceso permite, por un lado, que no haya un control directo del comprador y por otro, que el costo de cambio de proveedor o socios sea relativamente bajo. En cambio, cuando no pueden codificarse las especificaciones del producto y se demandan altas capacidades del proveedor, la transacción se vuelve más compleja ya que se requiere de un intercambio de conocimiento entre comprador y proveedor, gene-

rándose una relación de dependencia mutua, llamada cadena relacional, en la que se requiere de diversos mecanismos para regular la relación (reputación o vínculos familiares, entre otros), así como mayores niveles de coordinación. Esto último también conlleva el aumento en los costos de rescisión de contratos, por lo que resulta costoso cambiar de proveedor o socios (Gereffi *et al.*, 2005:86).

Si el producto requiere de instrucciones detalladas, es decir alta capacidad de codificación de la información, pero la capacidad del proveedor es baja, se establece una relación de tipo cadena cautiva, en la que éste es dependiente de la empresa líder en actividades como el diseño, la logística, compra de componentes y transferencia de tecnología. Además de enfrentar altos costos de cambio, el proveedor está sujeto a un alto control por parte del comprador. Por último, cuando no es posible codificar la información, el producto es complejo y no se hallan proveedores con la capacidad para desarrollarlos, la empresa se ve obligada a participar en cada etapa del producto, es decir, a gestionar el intercambio de conocimiento en los eslabones de la cadena, así como controlar y realizar las actividades de la cadena de valor. Se trata de empresas integradas verticalmente cuya cadena de valor se denomina de jerarquía (Gereffi *et al.*, 2005:86-87).

En el caso de la industria del cemento, los eslabones básicos de la cadena de valor comprenden la extracción de las materias primas de las canteras —insumos denominados agregados—, el proceso de fabricación de cemento, la mercadotecnia y distribución del producto, la preparación de concreto y el reciclaje del mismo (véase la figura 2). En cada uno de estos segmentos se requiere de una logística de transporte; también existen actividades de investigación y desarrollo de tecnologías asociadas con la sustitución de insumos, eficiencia energética y combustibles alternos, entre otras.

Los altos costos de transporte obligan a la fragmentación de la producción, es decir, las plantas de cemento requieren ser ubicadas en un radio de 300 km de los centros de consumo (Lasserre, 2007:1). Lo anterior propicia la instalación de múltiples plantas de cemento para satisfacer la demanda del mismo. Sin embargo, es una industria en la que predomina la concentración económica. La industria del cemento se caracteriza por la presencia de grandes empresas transnacionales,



FUENTE: elaboración propia.

las cuales han sido protagonistas de un dinámico proceso de fusiones y adquisiciones desde la década de 1990, lo que ha conducido a la concentración del mercado y a que prevalezca una estructura oligopólica (Vera y Jacobo, 2011:7-9).

Derivado de las características del proceso de producción del cemento, se puede hablar de una cadena en la que existe una alta integración vertical de los eslabones por parte de las empresas cementeras; aunque también concurre un gran número de pequeños proveedores. Las cementeras son las líderes de la cadena de valor y ejercen un alto grado de coordinación explícita, así como de asimetría de poder respecto de sus proveedores. Por tanto, la cadena se puede tipificar como cautiva (Vera, 2014:4-5).

LA CADENA GLOBAL DE LA INDUSTRIA DEL CEMENTO Y LA PARTICIPACIÓN DE LAS EMPRESAS MEXICANAS

La producción de cemento está asociada al crecimiento de la economía debido a que es un insumo de la industria de la construcción. En este sentido, la actividad global ha estado dinamizada por el crecimiento de la economía china, la cual además es el líder de la producción

mundial de cemento. Su producción ha pasado de 1 069 millones de toneladas (Mt) en 2005 a 2 150 Mt en 2012, mientras que la producción mundial fue de 2 350 Mt en 2005 y ascendió a 3 700 Mt en 2012. Se puede observar un aumento en la concentración de la producción en dicho país, al pasar de 45%, en 2005, a 58% en 2012. Le siguen la India, Estados Unidos, Brasil e Irán; sin embargo, la participación de estos países difiere bastante. Por ejemplo, la India, que ocupó la segunda posición en la producción mundial en el año 2012, concentró únicamente 6.8% de ésta. México se ubica en el lugar décimo tercero, con 0.97% de la producción mundial, para el año 2012 (estimaciones propias con datos de Oss, 2013a, 2013b, 2011, véase el cuadro 1).

La producción mundial de cemento aumentó de 2 350 Mt en 2005 a 3700 Mt en 2012, en ese lapso el crecimiento promedio fue de 5.52% anual; en tanto que la tasa de crecimiento de la producción china fue de 8.47%. Sin embargo, durante este periodo se registraron fuertes caídas en la producción de Estados Unidos y de otros países europeos, como consecuencia de la crisis económico-financiera de 2007. A continuación se analiza lo acontecido en Estados Unidos y México. En el primer caso, se observa que la producción comenzó a desacelerarse desde el año 2006: la producción cayó ligeramente al pasar de 101 a 100 Mt de 2005 a 2006, para descender a 97 Mt en 2007, y a 88 Mt en 2008. Esta tendencia continuó hasta alcanzar sólo 65 Mt en 2009. Posteriormente, el ritmo de la producción se ha ido recuperando paulatinamente. Aun así, la producción registró una tasa de crecimiento promedio negativa de 3.71% en el periodo de 2005-2012 (estimaciones propias con datos de Oss, 2013a:16.30-16.33; 2013b:38-39; 2011:16.33-16.36, véase el cuadro 1).

En el segundo caso, la tasa de variación de la producción del periodo 2005-2012, fue menor, -0.47%, oscilando el volumen de la producción alrededor de las 37 Mt. En México se observó un repunte de la producción en 2006, cuando se produjeron 40.4 Mt; posteriormente, la producción descende hasta llegar al mínimo de 34.5 Mt, en 2010. Esto se debe a que en el interior del país el sector de la construcción ha presentado su propia problemática (estimaciones propias con datos de Oss, 2013a:16.30-16.33; 2013b:38-39; 2011:16.33-16.36, véase el cuadro 1).

Cuadro 1
Producción mundial de cemento hidráulico
(millones de toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011*	2012**
Resto del mundo	926	996	1 056	1 044	979	1 014	1 042	1 055
China	1 069	1 237	1 361	1 400	1 644	1 820	2 099	2 150
India	145	160	170	185	205	220	240	250
Estados Unidos	101	100	97	88	65	67	69	74
Brasil	39	42	47	52	52	59	64	70
Irán	33	35	41	44	50	55	61	65
México	37.5	40.4	38.8	37.1	35.2	34.5	35.4	36.0
Total	2 350	2 610	2 810	2 850	3 030	3 270	3 610	3 700

NOTAS: eje secundario: tasas de variación de la producción de cemento (porcentaje).

(*) Cifras estimadas (Oss, 2013a:16.30-16.33).

(**) Cifras estimadas (Oss, 2013b:38-39).

FUENTE: elaborado con datos de Oss (2013a:16.30-16.33, 2013b:38-39; 2011:16.33-16.36).

En cuanto a la relación comercial entre Estados Unidos y México, las exportaciones mexicanas han visto disminuida su presencia en aquel país, mas no así la presencia de las empresas mexicanas. Del total de la producción, se exportaba alrededor de 5% en 2005, cifra que cayó a 1% en 2011 (Oss, 2013a:16.23; 2008:16.23; véase el cuadro 2). Sin embargo, la principal estrategia seguida por las empresas mexicanas no ha sido la exportación de su producto, sino la transferencia de sus operaciones a suelo estadounidense (Vera y Jacobo, 2011: 11). Éste es el contexto que sirve de marco para describir la participación de las empresas mexicanas en la cadena global de la industria del cemento.

El país líder en producción de cemento es China y las empresas más grandes de esta industria también son de esa nacionalidad (Lechtenberg, 2012:s/p); sin embargo, no tienen presencia mundial, su producción se circunscribe al mercado interno (Vera, 2013a). Se tiene

Cuadro 2
Exportaciones de cemento mexicano a Estados Unidos
(millones de toneladas)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
México (Mt)	37	40	39	37	35	35	35
Exportaciones a EEUU (Mt)	2.17	2.26	1.68	1.07	0.37	0.37	0.35
Exportaciones a EEUU (%)	5.8	5.6	4.3	2.9	1.0	1.1	1.0

FUENTE: elaborado con datos de Oss (2013a:16.23, 2011:16.23, 2010:16.24, 2008:16.23).

entonces que las líderes del mercado son Lafarge, Holcim, Heidelberg Cement y Cemex. Las primeras dos se han mantenido en la primera y segunda posición, respectivamente.¹ Las dos restantes se han estado disputando el tercer lugar. Por capacidad instalada, Cemex ocupaba el tercer sitio en 2008; fue desplazada al cuarto cuando Heidelberg Cement aumentó su capacidad a 118 Mt anuales en 2011 (Cemex, 2012a:F-4, F-12, 2009a:F-5, F-11; Heidelberg Cement, 2009: 64, 84, 2012:149, 172; Holcim, 2009:108, 133, 2012:158, 189; Lafarge, 2009:3, 2010:40, 2012:3; Lechtenberg, 2012:s/p; véase el cuadro 3).

Previamente se advirtió que el dinamismo de la economía china impacta las cifras de la producción de cemento, ocultando en un primer momento la crisis que la industria ha padecido como consecuencia de la crisis económico-financiera iniciada en 2007; ahora bien, dicha problemática se aprecia en las cifras correspondientes a las ventas entre los años 2008 y 2011. Las cuatro empresas citadas han visto disminuidos sus ingresos, siendo los casos más notorios el de Lafarge, con una pérdida de 16.1%, y Cemex, con una disminución de las ventas de 23.2% (estimaciones propias con datos de Cemex, 2012a:F-4, F-12; 2009a:F-5, F-11; Heidelberg Cement, 2009:64, 84; 2012:149, 172; Holcim, 2009:108, 133; 2012:158, 189; Lafarge, 2009:3, 2010:40, 2012:3, y Lechtenberg, 2012:s/p, véase el cuadro 3).

¹ En mayo de 2014 anunciaron su proyecto de fusión (World Cement, 2014:s/p).

Cuadro 3
Principales empresas cementeras globales
(Mt, millones de toneladas; Mdd, millones de dólares)

Empresa	País	Capacidad instalada (M/año)		Δ capacidad (M/año)	Ventas totales (Mdd)		Δ ventas	Presencia en otros países (número)
		2008	2011		2008	2011		
Lafarge	Francia	—	225	—	13 616	11 424	-16.1	79
Holcim	Suiza	194	217	11.9	23 733	22 068	-7.0	< 70
Heidelberg Cement	Alemania	89	118	32.6	10 220	9 643	-5.6	42
Cemex	México	95.6	86	0.4	17 700	13 602	-23.2	> 50

FUENTE: elaboración propia con datos de Cemex (2012a:F-4, F-12; 2009a:F-5, F-11), Heidelberg Cement (2009:64, 84; 2012:149, 172), Holcim (2009:108, 133; 2012:158, 189), Lafarge (2009:3, 2010:40, 2012:3) y Lehtenberg (2012:s/p).

Sin profundizar más en el tema,² se mencionó que la estrategia de las empresas mexicanas en el mercado estadounidense fue el traslado de sus operaciones; en el caso de Cemex lo anterior ha marcado de modo importante su estrategia de expansión internacional. En ese sentido, tres adquisiciones son las que definen los puntos importantes de la estrategia: Southdown en 1999, RMC Group Plc. en 2005 y Rinker en 2007. La primera adquisición colocó a la empresa como la segunda líder del mercado estadounidense; la segunda, el momento de consolidación en ese mercado, y la tercera posicionaría a la empresa en el liderato del mismo. Sin embargo, las últimas dos ocurrirían en periodos muy distintos del ciclo económico, con consecuencias importantes para la empresa. RMC Group Plc. se adquiere en pleno auge de la burbuja de la construcción, alimentada por las hipotecas *subprime*. En tanto que la compra de Rinker ocurrió cuando el mercado había empezado a emitir señales de alarma. No obstante, tras esta adquisición Cemex aseguraba el acceso a insumos y se posicionaba como la líder del mercado, peldaño que no mantendría (Vera, 2013a: 126-128).

Para Cemex la situación económica adversa se vio agravada por el nivel de apalancamiento en que quedó tras la compra de Rinker; se encontraba en una posición financiera vulnerable. Al caer los ingresos por ventas, la empresa tuvo que recurrir a la reestructuración de sus compromisos, la emisión de nueva deuda y la venta de activos para cubrir sus obligaciones. Lo anterior no fue suficiente para evitar que la empresa perdiera el liderato en rentabilidad que había ostentado a lo largo de la década de 1990 y hasta principios del siglo XXI. La que había sido una de las empresas más rentables había dejado de serlo, e incluso hubo quienes pronosticaron su bancarrota. A la fecha la empresa no se recupera, aunque ha ido reduciendo los márgenes de pérdidas (Vera, 2013a:129-131).

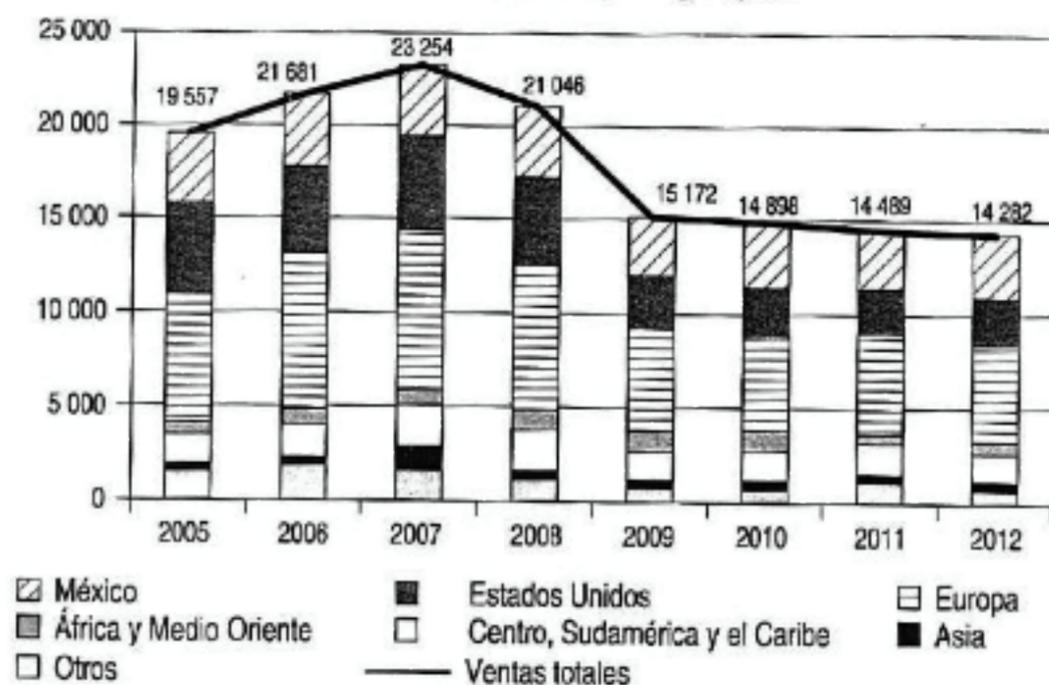
Para comprender mejor lo anterior, se presentan las ventas de Cemex por regiones, se observa que las realizadas en Estados Unidos representaban un cuarto del total, en tanto que las hechas en México 19%,

² Para un análisis detallado de lo acontecido en la industria, remítase a Vera (2013a).

en 2005; es decir, en dos países se concentraba 44% de las mismas. También se aprecia la relevancia del mercado europeo, el cual representó 35% para ese año. En el punto álgido, la empresa había diversificado su presencia en otros países; aun así los mercados mencionados predominaban. Posteriormente, la contracción de los ingresos de Cemex se puede explicar sobre todo por las caídas de las ventas en Estados Unidos y Europa, las cuales pasaron de 5 001 y 8 545 mdd en 2007, respectivamente, a 2 829 y 5 439 mdd en 2009. La proporción del mercado europeo en las ventas de la empresa no varió, en cambio se invirtieron las posiciones entre los mercados estadounidense y mexicano. Durante los últimos años se ha visto fortalecida la representación de las ventas en los mercados sudamericanos (estimaciones propias con datos de Cemex, 2008:F-46, F-47; 2010:F-20, F-21; 2013a:F-33, F-32; véase la gráfica 1).

A pesar de todo, Cemex se mantiene entre las líderes del mercado estadounidense; ocupó el segundo sitio en 2011, detrás de Holcim, a

Gráfica 1
Cemex: ventas anuales por región/país



FUENTE: elaborado con datos de Cemex (2008:F-46, F-47; 2010:F-20, F-21; 2013a:F-33, F-32).

quien le ha estado disputando la primera posición desde el año 2000 (Vera, 2013a; Oss, 2013a). Cemex mantiene en operación 13 plantas de cemento en Estados Unidos. De igual modo, mantiene su presencia en los mercados europeos con 18 plantas, y ha fortalecido posición en Sudamérica con siete plantas; además de poseer canteras y unidades de negocio de concreto en las regiones señaladas (Cemex, 2013a:33, véase el cuadro 4).

Cuadro 4
Cemex en el mundo, 2012

Región/país	Número de plantas	Capacidad instalada (Mt)
Estados Unidos	13	17.1
México	15	29.3
Europa	18	25.3
Centro, Sudamérica y el Caribe	7	12
África y Medio Oriente	1	5.4
Asia	3	5.7
Total	57	94.8

FUENTE: elaborado con datos de Cemex (2013a:33).

Cemex se mantiene como líder del mercado mexicano, operando 15 plantas de cemento; su seguidor más cercano es Holcim, con siete plantas (véase el cuadro 5).

Es conveniente advertir algunas particularidades de este mercado. La primera es la participación que tiene Cemex en GCC Chihuahua, empresa que también opera en Estados Unidos (Vera y Jacobo, 2011:10). La segunda que resulta relevante es la transición que está ocurriendo en la Sociedad Cooperativa La Cruz Azul, hacia un esquema de sociedad anónima (Vera, 2013a:188, 244, 324). En la información que presenta la Cámara Nacional del Cemento se anuncia bajo la denominación de Cementos y Concretos Nacionales (Canacem, 2014:s/p). Por último, la alianza entre Lafarge y Cementos Fortaleza; por una

Cuadro 5
Industria del cemento en México: grupos
y plantas de cemento en operación

Grupo	Número de plantas
Cemex	15
Holcim	7
Cementos y Concretos Nacionales*	4
GCC Cemento	3
Lafarge-Cementos Fortaleza**	3
Cementos Moctezuma	3
Total	35

NOTAS: (*) incluye las plantas de la Sociedad Cooperativa La Cruz Azul; (**) en asociación desde enero de 2013.

FUENTE: elaborado con datos de Canacem (2014:s/p).

parte, a pesar de su liderato mundial, Lafarge tenía una presencia marginal en el país, de apenas un millón de toneladas anuales en dos plantas en operación; por otra, Cementos Fortaleza recién entró al mercado (Vera, 2013a:190; Ugarte, 2013:s/p).

Así como existe una relación estrecha entre la producción de cemento y el ciclo económico, la hay también entre su producción y la emisión de dióxido de carbono, situación que se presenta en la siguiente sección. En este sentido, la presión y decisiones globales presentan repercusiones locales.

LA ESTRATEGIA DE LA INDUSTRIA DEL CEMENTO PARA LA MITIGACIÓN DE EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO

En conjunto, la industria del cemento emite alrededor de 5% (Herzog, 2009:2) de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), principalmente dióxido de carbono (CO₂). Dichas emisiones obedecen a dos causas, la primera es que se requiere de altas temperaturas para propi-

ciar la reacción química que transforma los insumos en *clinker*, elemento base del cemento; del combustible que se quema se produce 40% de las emisiones de CO₂. La segunda corresponde justo a la reacción química, llamada descarbonatación, la cual genera 50% de las emisiones de CO₂. El resto de las emisiones corresponde al uso del transporte (WBCSD, 2010:s/p). Es decir, el problema básico de la sustentabilidad ambiental de la industria radica en su proceso de producción (Vera, 2013a:327).

Para hacer frente a esta problemática, las empresas líderes han unido esfuerzos bajo la Iniciativa para la Sostenibilidad del Cemento (Cement Sustainability Initiative, CSI), auspiciada por el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible (World Business Council for Sustainable Development, WBCSD). Entre las primeras acciones que realizaron estuvo el establecimiento de una Agenda de Acción, en la que asumieron diversos compromisos relacionados con la protección del clima, emisiones a la atmósfera y la salud y seguridad laboral. En específico, se desarrolló un protocolo para la medición de emisiones de CO₂; las empresas se comprometieron a reportar sus resultados en una base de datos común, la cual está a disposición del público (WBCSD, 2014d, 2002).

La Agenda presta especial atención a la mitigación de las emisiones de CO₂ debido a su relación con el cambio climático, el cual representa uno de los principales problemas del desarrollo sustentable que enfrenta nuestra civilización. El desarrollo sustentable es: "aquel que busca satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades" (UN, 1987:41).

La estrategia de mitigación de CO₂ obedece a cuatro aspectos (CSI-IEA, 2009):

- El reemplazo de los procesos de producción en húmedo por procesos secos, los cuales utilizan el calor generado en los hornos de cemento para precalentar los insumos antes de que éstos ingresen al horno. Con ello se busca incrementar la eficiencia terminal y eléctrica.
- La promoción del uso de combustibles no fósiles.

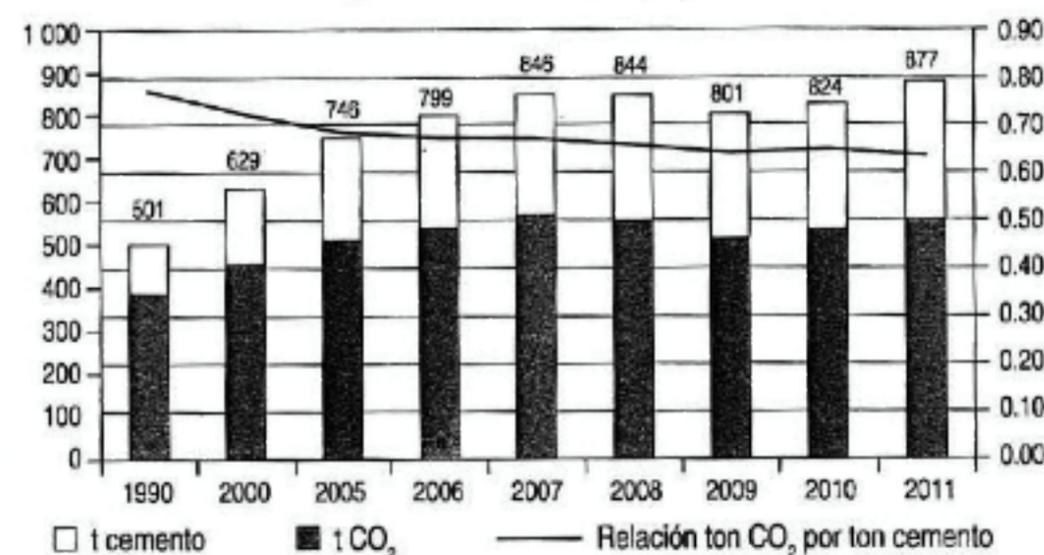
- La búsqueda de materiales sustitutos del *clinker*.
- La implementación de la tecnología de almacenamiento y captura del carbono, la cual se encuentra en una etapa temprana de desarrollo.

Los resultados de la acción combinada de los tres primeros ejes se manifiestan en la relación de toneladas de CO₂ por tonelada de cemento producida, la cual era de 0.770 en 1990 y que ha ido disminuyendo, independiente del aumento en la producción, hasta llegar a 0.634 en 2011 (obsérvese que los niveles de producción de las empresas miembro de la CSI muestran la desaceleración que la industria sufrió en el periodo 2008-2009; estimaciones propias con datos de WBCSD-CSI, 2014b, 2014c; véase la gráfica 2).

Cada empresa ha implementado las estrategias propuestas en la Agenda bajo un programa propio en sus procesos y unidades de negocio. De este modo, la CSI ha promovido la adopción de criterios sustentables entre sus miembros como una *norma de conducta esperada* (Vera, 2013a:53-54), incluso entre empresas no afiliadas y organismos reguladores. Ahora bien, en diversos estudios empíricos se observa y advierte que esta adopción debe ocurrir a lo largo del ciclo de vida del producto, e implicar a todos los participantes de la cadena de valor, así como agentes reguladores y comunidad, entre otros grupos de interés (Lam *et al.*, 2010; Vazquez y Liston-Heyes, 2010; Vera, 2013b).

Dado que las empresas cementeras son las líderes de la cadena, éstas resultan las principales responsables de la promoción y adopción de criterios sustentables en la cadena de valor; en la que, además de mitigar la emisión de CO₂, se deben atender otros impactos ambientales que ocurren a lo largo de la cadena (véase la figura 3). Por principio, en la extracción de materias primas —que implica la explotación de canteras—, las empresas han creado programas para la conservación de la biodiversidad y recuperación de las canteras. Durante la etapa de fabricación se están implementando acciones para la disminución y control de emisiones, así como el aprovechamiento de recursos (agua, energía, materiales), además de planes de seguridad y salud laboral y programas orientados a las comunidades. Existe la promoción del uso de combustibles alternos, tema no exento de controversia. Adicional-

Gráfica 2
Producción de cemento y emisiones de CO₂, 1990-2011
(millones de toneladas, Mt)

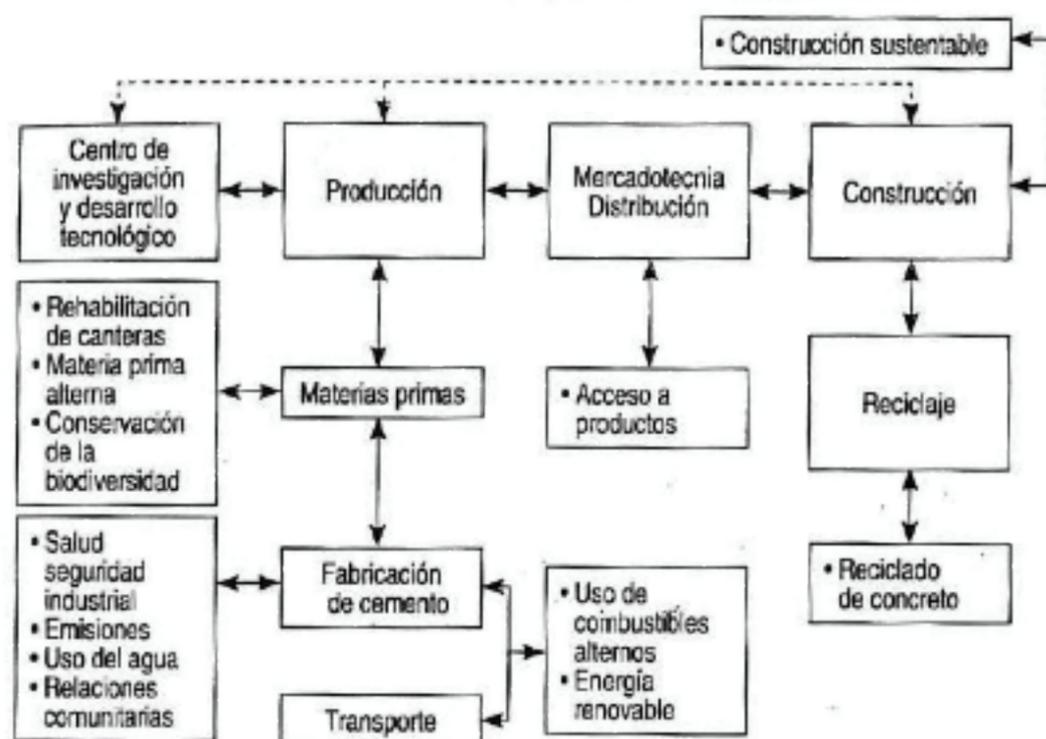


NOTAS: comprende sólo a los miembros de la CSI participantes del reporte de emisiones de CO₂. Eje secundario: relación entre tonelada de CO₂ por tonelada de cemento. FUENTE: elaborado con datos de WBCSD-CSI (2014b:s/p).

mente, realizan investigación sobre materiales sustitutos del *clinker* y sobre el desarrollo de productos amigables con el medio ambiente. El reto de la cadena reside en que los criterios de sustentabilidad se adopten en las pequeñas y medianas empresas que proveen a la industria (Vera, 2013a:326-329, 2014:13; Cemex, 2009b:10; véase la figura 3).

Retomando los resultados de la estrategia de la Agenda y continuando con el caso de Cemex, lo primero que se debe señalar es que la empresa ha cumplido con el compromiso de hacer pública la información relativa al tema, ofreciendo aquellos informes previos a la firma de la CSI; esto ha permitido observar las etapas por las que ha transitado en la adopción de los criterios de sustentabilidad (Vera, 2013a). En cuanto a los indicadores, se observa una mejoría en su desempeño en aspectos como emisiones promedio de CO₂ por tonelada de *ce-mentitious*, el cual en 2006, y hasta 2008, se encontraba por encima del promedio de los miembros de la CSI (véase la gráfica 3). También han presentado mejoría en la cobertura del número de canteras y sitios

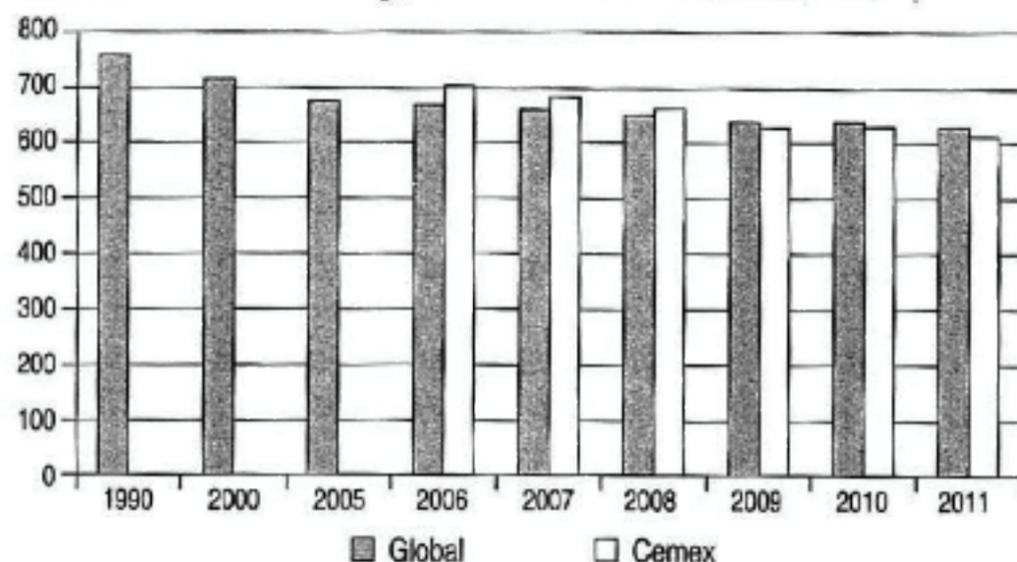
Figura 3
Cadena de valor del cemento y áreas de la sustentabilidad



FUENTE: Cemex (2009b:10) en Vera (2014:11).

Gráfica 3

Emisiones promedio de CO₂ por tonelada de *cementitious*, global y Cemex



FUENTE: elaboración con datos de WBCSD-CSI (2014a:s/p; Cemex, 2013b:s/p, 2012b:s/p, 2009c:5).

que cuentan con planes y acciones de rehabilitación y conservación de la biodiversidad. Lo mismo puede señalarse de la implementación de sistemas de reciclaje de agua (WBCSD-CSI, 2014a:s/p; Cemex, 2013b:s/p, 2012b:s/p, 2009c:5; véase el cuadro 6).

Por otra parte, se observa mejoría en los números que hacen referencia a las emisiones específicas de partículas NO_x y SO_x; sin embargo, estos indicadores deben contrastarse con las normas oficiales y los resultados de las auditorías ambientales, para así ponderar en toda su amplitud qué significan tales cifras (Vera, 2013a, 2013b:11). También se observa un aumento en la tasa de uso de combustibles alternos, destacando una ligera disminución del uso de llantas y desechos orgánicos en favor de los desechos industriales y domésticos como de otros de biomasa (Cemex, 2013b:s/p, 2012b:s/p; véase el cuadro 6).

Por último, la empresa manifiesta un incremento en el número de familias beneficiadas por sus programas sociales, acción que sin demeritarla debe conducirnos a pensar en que la distribución de los beneficios generados por la empresa debe permear entre todas las partes interesadas (Vera, 2013a:320-321).

CONCLUSIONES

En la cadena de valor global de la industria del cemento existe una alta integración vertical; las grandes empresas cementeras se ubican como líderes en la cadena y concurren en ella un gran número de pequeños proveedores. Dichas grandes empresas, generalmente transnacionales, son las que gobiernan la cadena ejerciendo un alto grado de control y poder asimétrico respecto de los proveedores, por lo que se puede tipificar como una cadena global cautiva.

El cemento es un insumo de la industria de la construcción, por lo que su producción se relaciona con el crecimiento de la economía. La crisis económico-financiera iniciada en 2007 afectó gravemente esta industria, debido a la burbuja de la construcción alimentada por las hipotecas *subprime*. La actividad global ha estado dinamizada por el crecimiento de la economía china, la cual además es líder de la producción mundial de cemento.

Cuadro 6
Cemex: indicadores de desempeño sustentable a lo largo de la cadena de valor

Elemento de la cadena de valor/ indicador de desempeño	2009	2010	2011	2012
<i>Materias primas</i>				
Sitios activos con planes de rehabilitación de canteras (%).	82	85	89	91
Sitios activos con alto valor en biodiversidad con planes de acción aplicados (%).	29	38	38	41
<i>Fabricación de cemento</i>				
Total de fatalidades.	33	46	44	18
Emisión de partículas (g/ton de clínker).	106	89	101	78
Emisión de NOx (g/ton de clínker).	1 063	1 134	1 094	1 025
Emisión de SOx (g/ton de clínker).	410	334	335	257
Operaciones con sistemas de reciclado de agua (%).	72	75	79	88
Número de familias participando en programas sociales.	263 212*	316 786	397 869	453 538
Tasa de combustibles alternativos (%).	16.4	20.3	24.7	27.1
Tasa de alternos a los fósiles (%).	13.2	15.7	20.1	20.7
Tasa de combustibles de biomasa.	3.2	4.6	4.6	6.4
Desechos industriales y de hogares.	64	60.8	65.3	66.2
Llantas.	17	16.5	16.2	14.2
Carne de animal.	6	4.2	3.6	3.1
Desechos orgánicos agrícolas.	11	13.9	10	9.7
Otros, biomasa.	2	4.7	4.9	6.7

NOTA: (*) corresponde únicamente a las suscritas al programa Patrimonio Hoy.

FUENTE: elaborado con datos de Cemex (2013b:s/p, 2012b:s/p).

En cuanto a la relación comercial entre Estados Unidos y México, las exportaciones mexicanas han disminuido en aquel país; no así la presencia de las empresas mexicanas, dado que la principal estrategia de éstas ha sido la transferencia de sus operaciones a suelo estadounidense. En el caso de Cemex, esto último ha caracterizado su estrategia de expansión internacional; en efecto, esta empresa realizó tres adquisiciones en Estados Unidos que la llevaron al liderato de este mercado, el cual no pudo mantener debido a las fluctuaciones del ciclo económico y al elevado nivel de apalancamiento, pues la hicieron vulnerable ante la crisis financiera. De ser una empresa rentable quedó al borde de la bancarrota. Actualmente muestra una disminución de sus pérdidas.

También se aprecia la relevancia del mercado europeo, el cual representó 35% para ese año. Posteriormente, la contracción de los ingresos de Cemex se puede explicar principalmente por las caídas de las ventas en Estados Unidos y Europa. La proporción del mercado europeo en las ventas de la empresa no presentó variaciones, en cambio se invirtieron las posiciones entre los mercados estadounidense y mexicano. En los últimos años se ha visto fortalecida la representación de las ventas en los mercados sudamericanos.

Cemex se mantiene como líder del mercado mexicano operando 15 plantas de cemento, su seguidor más cercano es Holcim con siete. Cabe destacar la participación que tiene Cemex en GCC Chihuahua, empresa que también opera en Estados Unidos. Asimismo, la transición que está ocurriendo en la Sociedad Cooperativa La Cruz Azul, hacia un esquema de sociedad anónima y la alianza entre Lafarge y Cementos Fortaleza, la cual recién entró al mercado.

En relación con la adhesión a la Iniciativa de la Sostenibilidad del Cemento, Cemex ha cumplido con el compromiso de hacer pública la información relativa a la adopción de los criterios de sustentabilidad. Se observa una mejoría en su desempeño en aspectos como emisiones de CO₂, así como en la implementación de sistemas de reciclaje de agua y de planes y acciones de rehabilitación y conservación de la biodiversidad en las canteras. También se observa un aumento en la tasa de uso de combustibles alternos, destacando una ligera disminución del uso de llantas y desechos orgánicos en favor de los desechos indus-

triales y domésticos, así como de otros de biomasa. También, Cemex tiene planes de seguridad, salud laboral y programas orientados a las comunidades. Sin embargo, todavía requiere dedicar mayores esfuerzos a la investigación y desarrollo, para la sustitución de materiales altamente contaminantes.

Como líderes de la cadena de valor de la industria del cemento, las grandes empresas cementeras son las principales responsables de la promoción y adopción de criterios sustentables a lo largo de la cadena, así como en todo el ciclo de vida del producto. El reto reside en que dichos criterios se adopten también en las pequeñas y medianas empresas que proveen a la industria.

La distribución de los beneficios generados por la industria cementera debe permear entre todas las partes interesadas, e incluir a todos los participantes de la cadena de valor, así como a los agentes reguladores y a las comunidades.

Se concluye que en México se han realizado esfuerzos encaminados a la sustentabilidad de la industria cementera, pero todavía existen muchos retos que deben ser enfrentados con el esfuerzo conjunto de las empresas que participan en la cadena de valor y de sus trabajadores, del gobierno —en lo relativo a la revisión y cumplimiento de la normatividad ambiental— y de la sociedad mexicana en su conjunto.

BIBLIOGRAFÍA

- CÁMARA NACIONAL DEL CEMENTO (CANACEM) (2014), *Plantas*, en <http://www.canacem.org.mx/la_industria_plantas.htm>, consultado el 24 de enero de 2014.
- CEMEX (2008), *Annual Report 2007* (Form 20-F, Securities and Exchange Commission, United States), Monterrey, México, Cemex.
- _____ (2009a), *20-F Report 2008*, Monterrey, México, Cemex.
- _____ (2009b), *Construyendo el futuro. Informe de desarrollo sustentable 2008*, México, Cemex.
- _____ (2009c), *Sustainable Development Report 2008*, Monterrey, México, Cemex.

- _____ (2010), *20-F Report 2009*, Monterrey, México, Cemex.
- _____ (2012a), *Cemex 2011 20-F Report*, Monterrey, México, Cemex.
- _____ (2012b), *Sustainable Development Report: Our Performance in Detail (Key Indicators)*, en <<http://www.cemex.com/SustainableDevelopment/GlobalReports.aspx>>, consultado el 24 de enero de 2014.
- _____ (2013a), *Cemex 2012 20-F Report*, Monterrey, México, Cemex.
- _____ (2013b), *2012, Sustainable Development Report: Our Performance in Detail (Key Indicators)*, en <<http://www.cemex.com/SustainableDevelopment/GlobalReports.aspx>>, consultado el 24 de enero de 2014.
- CSI-IEA (2009), *Cement Technology Roadmap 2009, Carbon Emissions Reductions up to 2050*, Paris, CSI-IEA.
- GEREFFI, Gary (2014), "Global Value Chains in a Post-Washington Consensus World", en *Review of International Political Economy*, vol. 21, núm. 1, pp. 9-37.
- _____; John HUMPHREY y Timothy STURGEON (2005), "The Governance of Global Value Chains", en *Review of International Political Economy*, vol. 12, núm. 1, pp. 78-104.
- HEIDELBERGCEMENT (2009), *Annual Report 2008*, Heidelberg, HeidelbergCement.
- _____ (2012), *Annual Report 2011*, Heidelberg, HeidelbergCement.
- HERZOG, Tim (2009), "World Greenhouse Gas Emissions in 2005", en *WRI Working Paper*, Washington, World Resources Institute.
- HOLCIM (2009), *Financial Information*, Zúrich, Holcim Ltd.
- _____ (2012), *Financial Information 2011*, Zúrich, Holcim Ltd.
- IEA (2009), *Energy Technology Transitions for Industry*, Paris, IEA.
- LAFARGE (2009), *Management Report 2008*, Paris, Lafarge.
- _____ (2010), *2009 Sustainability Report*, Paris, Lafarge.
- _____ (2012), *Financial Report 2011*, Paris, Lafarge.
- LAM, Patrick; Edwin CHAN, Chi Sun POON, Chi-Kwan CHAU y Kwok CHUN (2010), "Factors Affecting the Implementation of

- Green Specifications in Construction”, en *Journal of Environmental Management*, vol. 91, núm. 3, pp. 654-661.
- LASSERRE, Philippe (2007), *The Global Cement Industry*, en su página <http://www.philippelasserre.net/contenu/Download/Global_Cement_industry.pdf>, consultado el 8 de marzo de 2011.
- LECHTENBERG, Marie (2012), “Top 20 Global Cement Companies”, en *Global Cement Magazine*, 17 de diciembre, en <<http://www.globalcement.com/magazine/articles/741-top-20-global-cement-companies>>, consultado el 19 de marzo de 2013.
- OSS, Hendrik G. van (2008), “Cement”, en *Minerals Yearbook 2006*, ed. por US Geological Survey (USGS), Reston, Department of the Interior, USGS /US, 16.1- 16.36.
- _____ (2010), “Cement”, en *Minerals Yearbook 2008*, ed. por USGS, Reston, Department of the Interior, USGS/US, 16.1- 16.38.
- _____ (2011), “Cement”, en *Minerals Yearbook 2009*, ed. por USGS, Reston, Department of the Interior, USGS/US, 16.1- 16.36.
- _____ (2013a), “Cement”, en *Minerals Yearbook 2011*, ed. por USGS, Reston, Department of the Interior, USGS/US, 16.1- 16.33.
- _____ (2013b), “Cement”, en *Mineral Commodity Summaries*, ed. por USGS, Reston, Department of the Interior, USGS/US, 38-39.
- UGARTE, Jesús (2013), “Slim y Del Valle muestran su fortaleza”, en *CNN Expansión*, 14 de enero, en <<http://www.cnnexpansion.com/negocios/2013/01/11/fortaleza-de-slim-dara-flujos-de-80-mdd>>, consultado el 15 de marzo de 2013.
- UNITED NATIONS (UN) (1987), “Report of the World Commissions on Environment and Development: Our Common Future”, en <<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>>.
- VAZQUEZ, Diego y Catherine LISTON-HEYES (2010), “Environmental Management Intentions: An Empirical Investigation of Argentina’s Polluting Firms”, en *Journal of Environmental Management*, vol. 91, num. 5, pp. 1111-1122.
- VERA, Paola Selene y Carlos Armando JACOBO (2011), “Exportaciones y presencia de la industria cementera de México en el mercado de Estados Unidos”, en *Memoria del XVI Congreso Internacional de Contaduría y Administración e Informática*, presentada en octu-

- bre de 2011 en la Universidad Nacional Autónoma de México, México, FCA-UNAM.
- _____ (2013a), “La industria del cemento entre la sustentabilidad y la inestabilidad financiera: Cemex, Holcim y Lafarge”, tesis doctoral, México, UNAM, inédito.
- _____ (2013b), “Análisis de las variables que influyen en la opinión de los habitantes de la región Tula-Atotonilco-Apaxco sobre la gestión ambiental y los impactos relacionados con la fabricación de cemento”, en *Memoria del XVIII Congreso Internacional de Contaduría y Administración e Informática*, presentada en octubre de 2013 en la Universidad Nacional Autónoma de México, México, FCA-UNAM.
- _____ (2014), “Cooperación entre empresas: afiliación e impulso de cadenas de valor sustentables”, en *Memoria del Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática*, presentada en octubre de 2014 en la Universidad Nacional Autónoma de México, México, FCA-UNAM.
- WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT-CEMENT SUSTAINABILITY INITIATIVE (WBCSD-CSI) (2010), *Cement Sustainability Initiative*, en <<http://www.wbcsd.org/templates/TemplateWBCSD5/layout.asp?type=p&MenuId=NzY&doOpen=1&ClickMenu=LeftMenu>>, consultado el 4 de mayo de 2010.
- _____ (2014a), *CSI-Getting the Numbers Right*, “Average Net CO₂ Emissions Per Tonne Cementitious”, en <http://www.wbcsdcement.org/GNR-2011/world/GNR-Indicator_326-world.html>, consultado el 24 de enero de 2014.
- _____ (2014b), “Cement Production”, en *CSI-Getting the Numbers Right*, en <http://www.wbcsdcement.org/GNR-2011/world/GNR-Indicator_311b-world.html>, consultado el 24 de enero de 2014.
- _____ (2014c), “Net CO₂ Emissions Over Time”, en *CSI-Getting the Numbers Right*, en <http://www.wbcsdcement.org/GNR-2011/world/GNR-Indicator_312b-world.html>, consultado el 24 de enero de 2014.
- _____ (2014d), *CSI Timeline*, en <<http://www.wbcsdcement.org/index.php/about-csi/timeline>>, consultado el 25 de enero de 2013.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (WBCSD) (2002), *La iniciativa para la sostenibilidad del cemento, nuestra agenda de acción. Resumen ejecutivo*, Stevenage, WBCSD.

WORLD CEMENT (2014), "Cement Majors Lafarge and Holcim Announce 'Merger Of Equals' Plan to Become LafargeHolcim" en <http://www.worldcement.com/news/cement/articles/Cement_majors_merge_to_become_LafargeHolcim_1001.aspx#.U5BsYf15MXt>.

Sobre los autores

ARACELI ALMARAZ ALVARADO

Doctora en Ciencias Sociales por el CIESAS-Occidente. Se desempeña como investigadora del Departamento de Estudios Sociales de El Colegio de la Frontera Norte, al que pertenece desde 1997. Desde 2013 es coordinadora del doctorado en Ciencias Sociales de dicha institución. Forma parte del Sistema Nacional de Investigadores desde 2008. Ha participado en más de 15 proyectos relacionados con las actividades productivas en el norte de México. En sus recientes investigaciones se ha enfocado al estudio de los empresarios en la región fronteriza de México-Estados Unidos, así como del desarrollo productivo e institucional del norte de México.

ARTURO RANFLA GONZÁLEZ

Doctor en Ciencias Económicas por la Universidad Autónoma de Baja California. Maestro en Desarrollo Económico por la Universidad de Burdeos. Especialidad en Estudios Europeos por la Universidad de Estrasburgo, Francia, y licenciado en Economía por la Universidad Nacional Autónoma de México. Tiene conocimientos y experiencia profesional en economía y planeación regional y urbana. Actualmente es miembro del cuerpo académico "Sociedad y territorio", así como profesor de la maestría y el doctorado en Planeación del Desarrollo Sustentable de la Universidad Autónoma de Baja California. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

CARLOS MARIO RODRÍGUEZ PERALTA

Tiene estudios de licenciatura y maestría en Economía en la UNAM. Actualmente realiza estudios de doctorado en Economía en la misma institución y participa en investigaciones respecto a temas de inversión e innovación en la industria automotriz y mercados, como el de minoristas. Ha publicado en revistas como *Economía Informa* y participado como expositor en congresos, como el de la Asociación de Economía Heterodoxa (AHE, por sus siglas en inglés), que en su última edición se llevó a cabo en la Universidad de Londres.

CLAUDIA DÍAZ PÉREZ

Estudió la licenciatura en Filosofía y la maestría en Ciencias Sociales en la Universidad de Guadalajara; posteriormente obtuvo el doctorado en Estudios Organizacionales en la Universidad Autónoma Metropolitana. Es profesora del Departamento de Estudios Institucionales de la UAM-Cuajimalpa. Realizó una estancia posdoctoral en el Centre for Policy Research on Science and Technology de la Universidad de Simon Fraser, Canadá. Es miembro del SNI. Su publicación más reciente es el libro *Patentes académicas en México* (ANUIES).

FÉLIX-FERNANDO MUÑOZ

Doctor en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad Autónoma de Madrid, donde es docente e investigador en el área de Teoría Económica. Ha publicado numerosos trabajos relacionados con el tema principal de este libro, entre los que destacan: F.F. Muñoz y M.I. Encinar (2014), "Intentionality and the Emergence of Complexity: An Analytical Approach", en *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 24, núm. 2, pp. 317-334; F.F. Muñoz, M.I. Encinar y C. Cañibano (2014), "On the Role of Intentionality in Evolutionary Economic Change", en K. Dopfer y J. Potts (eds.), *The New Evolutionary Economics*, vol. I, pp. 57-67, Cheltenham, Edward Elgar, y C. Cañibano, M.I. Encinar y F.F. Muñoz (eds.), *Economía del conocimiento y la innovación*, Madrid, Pirámide.

GUSTAVO VARGAS SÁNCHEZ

Doctor en Ciencias Económicas por la Universidad Autónoma Metropolitana. Posdoctorado en el Departamento de Ciencia Económica

de la Facultad de Estadística en la Universidad de La Sapienza, en Roma. Ha participado en diferentes conferencias internacionales, entre las que destacan recientemente la AHE 2014 en Greenwich. Tiene publicaciones nacionales, entre las que se pueden mencionar los libros *Introducción a la teoría económica. Un enfoque latinoamericano*. Pearson Educación, 2006 y *Teorías de la empresa y la competitividad*, Castdel, 2006. Entre sus publicaciones internacionales, la más reciente es "Slow Growth in the Mexican Economy", en *Journal of Post Keynesian Economics*, vol. 37, núm. 1, otoño de 2014.

ISAAC LEOBARDO SÁNCHEZ JUÁREZ

Profesor de Economía en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Doctorado en Ciencias Sociales con especialidad en Estudios Regionales por El Colegio de la Frontera Norte, con mención honorífica. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel I. Miembro de la American Economic Association y de la American Association for Science and Technology. Director general de *Nósis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*. Originario del estado de Oaxaca.

JAIME ABOITES AGUILAR

Ingeniero civil, maestro y doctor en Economía. Es profesor del Departamento de Producción Económica de la UAM-X. Ha sido *Visiting Fellow* en el SPRU, Universidad de Sussex (Reino Unido). Ocupó la cátedra Simón Bolívar del IHEAL, de la Universidad de la Sorbona, París, Francia. *Visiting Professor* de la Universidad de Nigatta, Japón, e investigador visitante del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP). Es miembro del SNI del Conacyt, nivel 3. Su último libro, en coautoría con Claudia Díaz es *Inventores y patentes académicas* (Siglo XXI Editores).

JOSÉ LUIS BÁTIZ LÓPEZ

Maestro en Estudios de Desarrollo Global por la Universidad Autónoma de Baja California y maestro en Derecho Internacional, Comercio Exterior y Relaciones Internacionales por el Instituto Superior de Derecho y Economía en Madrid. Actualmente estudia el doctorado en

Derecho de la Sociedad Global: Desarrollo Económico, Riesgo e Integración Social en la Universidad de Navarra. Desempeña actividades de docencia e investigación en la Facultad de Ciencias Sociales y Políticas y en el Instituto de Investigaciones Sociales de la UABC. Colabora con el doctor James W. Wilkie en el Proyecto de Seguridad Social de la Universidad de California en Los Ángeles como miembro del Consorcio Mundial de Investigación para México (Profmex), con sede en la UCLA.

MARÍA DE LOS ÁNGELES POZAS

Doctora en Sociología por la Universidad Johns Hopkins. Es profesora investigadora adscrita al Centro de Estudios Sociológicos de El Colegio de México. Es miembro del SNI, nivel II, del Conacyt, y de la Academia Mexicana de Ciencias. Entre sus publicaciones recientes se incluyen: "Scientific-Technological Services for the Pharmaceutical Industry in Mexico", en la CEPAL, y la coautoría del libro *Genómica y bioeconomía: ventana de oportunidad para el crecimiento económico de México* (El Colegio de México). Imparte los cursos de Sociología Económica, Teoría Social y Metodología en el doctorado en Ciencias Sociales de El Colegio de México. Actualmente trabaja en un proyecto sobre "Trayectorias tecnológicas de las innovaciones desarrolladas en el Parque de Investigación e Innovación Tecnológica (PIIT)".

MARÍA ISABEL ENCINAR

Doctora en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad Autónoma de Madrid, donde es docente e investigadora en el área de Teoría Económica. Algunos de sus trabajos destacados son: F.F. Muñoz y M.I. Encinar (2014), "Intentionality and the Emergence of Complexity: An Analytical Approach", en *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 24, núm. 2, pp. 317-334; F.F. Muñoz, M.I. Encinar y C. Cañibano (2014), "On the Role of Intentionality in Evolutionary Economic Change", en K. Dopfer y J. Potts (eds.), *The New Evolutionary Economics*, vol. I, pp. 57-67, Cheltenham, Edward Elgar; C. Cañibano, M.I. Encinar y F.F. Muñoz (eds.), *Economía del conocimiento y la innovación*, Madrid, Pirámide.

MIGUEL ÁNGEL RIVERA RÍOS

Profesor de la Facultad de la Economía y tutor del Programa de Posgrado en Economía de la UNAM. Doctor en Economía y posdoctor por la UCLA. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Sus líneas de investigación son: desarrollo económico, cambio tecnológico e institucional y globalización. Autor de más de un centenar de artículos, capítulos en obras y libros. Entre estos últimos, los más recientes son: *Desarrollo y dinámica socioeconómica. Una perspectiva institucionalista*, Madrid, Editorial Académica Española, 2012; *Desarrollo económico y cambio institucional. Una aproximación al estudio del atraso económico y el desarrollo tardío desde perspectiva sistémica*, México, UNAM/Juan Pablos, 2009, y *Trayectorias históricas de desarrollo. Teoría, análisis y aplicación a casos nacionales*, en prensa.

NADIA FERNÁNDEZ DE PINEDO

Profesora en la Universidad Autónoma de Madrid. Es especialista en Historia Económica de Cuba, a la que ha dedicado dos libros muy reconocidos: *Las balanzas inéditas del comercio exterior de La Habana de 1803 a 1807* (2000) y *Comercio exterior y fiscalidad en Cuba: 1794-1860* (2002). Además ha publicado múltiples trabajos sobre la relación entre comercio, fiscalidad y consumo en los siglos XVIII y XIX. En los últimos años ha prestado especial atención a la transferencia de tecnología en el mundo atlántico. Ha publicado varios trabajos al respecto en forma de artículos, ponencias y documentos de trabajo. En esta línea de trabajo destaca la publicación *Patents, Sugar Technology and Subimperial Institutions in Nineteenth-Century Cuba (History of Technology)*, 2011.

NADIMA SIMÓN DOMÍNGUEZ

Doctora en Administración por la Facultad de Contaduría y Administración (FCA) de la UNAM. Profesora emérita de la UNAM adscrita a la División de Investigación de la FCA. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel II. Coordinadora del macroproyecto de la FCA "Administración y sustentabilidad". Tutora del Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración de la UNAM.

PAOLA SELENE VERA MARTÍNEZ

Profesora de la Facultad de Contaduría y Administración de la UNAM donde desarrolla la línea de investigación "Administración, sustentabilidad y complejidad", de la cual han surgido diversas colaboraciones como autora y coautora de capítulos en los libros *Efectividad de la vinculación universidad-industria automotriz-gobierno* (2011), *Innovación y crisis* (2012), *El enfoque de la complejidad* (2012) y *Sustentabilidad y gestión en las organizaciones* (en prensa), entre otros trabajos académicos.

RENÉ CABALLERO HERNÁNDEZ

Economista, maestro y doctor en Economía y Gestión de la Innovación. Es profesor-investigador adscrito a la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo-Campus Tizayuca. Durante 2011 y 2012 laboró en el Posgrado en Economía y Gestión de la Innovación de la UAM-X, gracias a un apoyo del Programa de Consolidación Institucional de Grupos de Investigación del Conacyt y a una estancia posdoctoral. Es coautor del libro *Construyendo el diálogo entre los actores del sistema de ciencia, tecnología e innovación* (FCCYT/Editorial Gustavo Casasola, 2013).

ROSA MARÍA GARCÍA ALMADA

Doctora en Ciencias Sociales por El Colegio de la Frontera Norte. Recibió el premio a la mejor tesis doctoral en 2010 por El Colegio de Sinaloa. Miembro del Sistema Estatal de Investigadores de Chihuahua y del Sistema Nacional de Investigadores. Cuenta con el reconocimiento Perfil Deseable Prodep y es miembro del Consejo Evaluador. Miembro de la Red Iberoamericana de Estudios del Desarrollo y de la Red de Análisis y Evaluación de Políticas Económicas y Sociales. Se desempeña como profesora-investigadora de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Sus líneas de investigación son economía regional e integración económica.

SERGIO JAVIER JASSO VILLAZUL

Doctor en Economía Internacional por la Universidad Complutense de Madrid. Licenciado en Administración por la Facultad de Conta-

duría y Administración, UNAM. Profesor titular de tiempo completo en la Facultad de Contaduría y Administración y tutor en los Programas de Posgrado de Ciencias de la Administración y el de Economía de la UNAM. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores del Conacyt. Entre sus publicaciones recientes está: *Innovación y crisis. Trayectorias y respuestas de empresas y sectores* (coordinado con J. Micheli, E. Medellín y A. Hidalgo), México, Miguel Ángel Porrúa/ Universidad Autónoma Metropolitana, 2012.

*Desarrollo económico y cambio tecnológico.
Teoría, marco global e implicaciones para México*
se terminó en febrero de 2015
en Imprenta de Juan Pablos, S.A.
2a. Cerrada de Belisario Domínguez 19
Col. del Carmen, Del. Coyoacán
México 04100, D.F.
<juanpabloseditor@gmail.com>

500 ejemplares

