

# Innovar para crecer

Desafíos y oportunidades para el desarrollo sostenible e inclusivo en Iberoamérica



NACIONES UNIDAS



# INNOVAR PARA CRECER

*Desafíos y oportunidades para el desarrollo  
sostenible e inclusivo en Iberoamérica*



# INNOVAR PARA CRECER

*Desafíos y oportunidades para el desarrollo sostenible e inclusivo en Iberoamérica*



NACIONES UNIDAS



Secretaría General  
Iberoamericana

Secretaria-Geral  
Ibero-Americana

**Alicia Bárcena**  
Secretaria Ejecutiva

**Antonio Prado**  
Secretario Ejecutivo Adjunto

**Mario Cimoli**  
Oficial a cargo, División de Desarrollo Productivo y Empresarial

**Susana Malchik**  
Oficial a cargo, División de Documentos y Publicaciones

Este documento fue preparado por la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). La coordinación del documento estuvo a cargo de Mario Cimoli, Jefe de la Unidad de Innovación y Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones y Oficial a cargo de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la CEPAL, quien contó con la colaboración de Wilson Peres y Sebastián Rovira.

Contribuyeron con aportes y comentarios Álvaro Calderón, Elisa Calza, Valeria Jordán, Andrea Laplane y Adrián Rodríguez.

Los consultores que se enumeran a continuación realizaron distintos aportes: Francisco Aguayo, Kevin Gallagher, Celso Garrido, Graciela Gutman, Johanna Jiménez, Pablo Lavarello, Keith Nurse, Carlos Pacheco, Carlota Pérez, Gabriel Porcile y Cassandra Sweet.

Para la elaboración de este documento se contó con financiamiento de la CEPAL y de la Secretaría General Iberoamericana (SEGIB), mediante recursos asignados por la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID). La Comisión agradece la cooperación financiera que hizo posible la publicación de este documento.

©Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) /  
Secretaría General Iberoamericana (SEGIB)  
Todos los derechos reservados  
LC/L.3138

Impreso en Naciones Unidas • Santiago de Chile • Noviembre de 2009  
Diseño de portada y diagramación interior: Ana Letelier

## Índice

---

PRÓLOGO .....	11
 CAPÍTULO I	
Innovar en la nueva economía global del conocimiento .....	15
A. Introducción.....	15
B. Innovación: aspectos conceptuales .....	17
1. Innovación y desarrollo.....	17
2. Aprendizaje e instituciones.....	20
C. Las capacidades tecnológicas endógenas y el aprendizaje:	
Una visión comparativa .....	24
1. Las capacidades tecnológicas de la región .....	24
2. Investigación, desarrollo e innovación .....	27
3. El papel de las innovaciones organizacionales .....	32
 CAPÍTULO II	
Nuevos paradigmas e innovación: desafíos para las economías de Iberoamérica.....	37
A. Introducción.....	37
B. Innovación y TIC.....	39
1. Algunas consideraciones generales sobre el paradigma TIC .....	39
2. El paradigma digital: difusión, impacto y avances .....	41
C. Hacia el surgimiento de nuevos paradigmas:	
la biotecnología y la nanotecnología.....	50
1. La biotecnología: principales tendencias y sectores en la innovación.....	52
2. Capacidades de la región en biotecnología .....	58
3. La nanotecnología:	
principales tendencias y sectores en la innovación .....	62
4. Capacidades en el área de la nanotecnología en la región .....	66
 CAPÍTULO III.	
Hacia una innovación más inclusiva: nuevos espacios para la implementación de políticas.....	73

A. Innovación y servicios modernos, turísticos y financieros: retos y oportunidades.....	75
1. Servicios innovadores en una economía globalizada.....	78
2. Servicios turísticos: soluciones innovadoras para acceder a los circuitos internacionales.....	87
3. Servicios financieros: innovaciones para ampliar la cobertura nacional y regional.....	94
B. Innovación e industrias creativas.....	99
1. El contexto industrial y de innovación del sector creativo.....	100
2. América Latina en la industria creativa global.....	101
3. Cambios tecno-económicos y nuevos modelos de negocios.....	105
C. La innovación en el complejo agroalimentario.....	109
1. Capacidades tecnológicas en la agricultura de la región.....	111
2. La institucionalidad en torno a las innovaciones en el complejo agroalimentario.....	115
3. La dinámica del complejo agroalimentario y la biotecnología.....	119
4. El uso de la biotecnología en América Latina: El caso de la soja transgénica.....	122
5. Nuevos arreglos institucionales.....	124
a) Alianzas público- privadas.....	125
b) Contratos en el sector agrícola.....	128
D. Innovación energética y cambio climático.....	129
1. Capacidades de innovación en tecnologías energéticas en Iberoamérica.....	131
2. Cambio climático en América Latina y el Caribe.....	136
3. Cambios climáticos, innovación y transferencia de tecnología.....	137
4. Nuevas fuentes de energía en la región: la importancia de las políticas públicas.....	140
a) España: avances en el uso de la energía eólica.....	140
b) El Brasil y la producción de etanol.....	141
c) Calentadores solares en la isla de Barbados.....	142
d) La generación de energía eólica en México.....	144
e) La experiencia mexicana de electrificación rural.....	145
E. Innovación e inclusión social.....	147
1. La innovación como instrumento para la inclusión social.....	148
2. La inclusión social como guía de los procesos de innovación.....	149

#### CAPÍTULO IV

El proceso de aprendizaje en el diseño e implementación de las políticas de ciencia, tecnología e innovación.....	163
A. Introducción.....	163
B. La generación y adopción de tecnología: un proceso de carácter sistémico.....	166
C. Las etapas de las políticas de ciencia, tecnología e innovación en América Latina.....	167

1.	Las políticas de oferta selectiva .....	168
	a) Oferta institucional centralizada y selectiva .....	168
	b) Patrón lineal y de arriba hacia abajo de la difusión del conocimiento.....	168
	c) Control sobre la transferencia de tecnología .....	169
2.	Del modelo lineal de oferta al modelo lineal de demanda .....	171
	a) Políticas horizontales y fomento de la demanda de ciencia, tecnología e innovación.....	174
	b) Nuevo marco legal e institucional .....	174
D.	Hacia una nueva visión de las políticas de ciencia, tecnología e innovación ..	175
	1. Las variables críticas en la gestión institucional.....	175
	2. Políticas públicas para el fomento de la innovación .....	177
E.	La modernización de los incentivos y los instrumentos en la implementación de las políticas de ciencia, tecnología e innovación ...	181
	1. Los fondos.....	181
	2. Otros instrumentos para fomentar la innovación.....	184
F.	La relación entre la universidad y la empresa .....	186
G.	Hacia una visión estratégica de los mercados del conocimiento y de la propiedad intelectual .....	192
	1. Políticas para la gestión de la propiedad intelectual.....	192
	a) Deficiente gestión de las políticas y reducida capacidad legislativa.....	194
	b) Falta de infraestructura .....	195
	c) Escasa utilización de la flexibilidad jurídica .....	195
	2. Utilización de regímenes y derechos .....	201
CAPÍTULO V		
	Innovar para crecer. Reflexiones finales .....	205
	BIBLIOGRAFÍA.....	213

## Índice de gráficos

GRÁFICO I.1	
Esfuerzo innovador en Iberoamérica, 1998-2006.....	28
GRÁFICO I.2	
Patentes concedidas por la oficina de patentes y marcas de los Estados Unidos (USPTO) a no residentes para un grupo de países, 1990-2006 .....	30
GRÁFICO I.3	
Patentes concedidas por la oficina de patentes y marcas de los Estados Unidos (USPTO) a países iberoamericanos, 1990-2006.....	31
GRÁFICO II.1	
Grado de penetración de las TIC en América Latina y el Caribe y en países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), 2002-2008 .....	42

GRÁFICO II.2	
Evolución del número de patentes biotecnológicas otorgadas, 1980-2006 .....	54
GRÁFICO II.3	
Patentes biotecnológicas otorgadas por la oficina de patentes y marcas de los Estados Unidos a no residentes, 2004-2008 .....	60
GRÁFICO III.1 Principales países exportadores de servicios modernos 1995-2008.....	80
GRÁFICO III.2	
Participación de América Latina, la Península Ibérica, China y la India en las exportaciones mundiales de servicios modernos, 1995-2008 .....	80
GRÁFICO III.3	
Participación en el total de las exportaciones iberoamericanas de servicios modernos .....	81
GRÁFICO III.4	
Llegadas de turistas internacionales, 1950-2008 .....	89
GRÁFICO III.5	
Principales destinos turísticos según llegadas internacionales, 1995-2005.....	90
GRÁFICO III.6	
Indicadores de acceso en países seleccionados, 2007 .....	97
GRÁFICO III.7	
Países en desarrollo: balanza comercial de bienes creativos, 2006 .....	103
GRÁFICO III.8	
Centroamérica, América del Sur y el Caribe: balanza comercial de bienes creativos, 1996-2005 .....	104
GRÁFICO III.9	
Variación del rendimiento de los principales cultivos.....	115
GRÁFICO III.10	
Coefficiente de invención .....	133
GRÁFICO III.11	
Producción de nuevas fuentes renovables de electricidad, 2006 .....	134
GRÁFICO III.12	
Producción de nuevas fuentes renovablesde electricidad, 2006 .....	135
GRÁFICO IV.1	
El modelo de las políticas lineales de demanda .....	173

## Índice de cuadros

CUADRO I.1	
Gastos en investigación y desarrollo por fuente de financiamiento.....	29
CUADRO II.1	
Contribución del capital TIC al crecimiento del PIB (en porcentajes).....	46
CUADRO II.2	
Biotecnología y nanotecnología: características más salientes.....	51
CUADRO II.3	
Indicadores de capacidades científicas y tecnológicas en el área de la moderna biotecnología .....	63

CUADRO II.4	
Financiamiento a la investigación y el desarrollo y capacidades en nanociencia y tecnología en países de Iberoamérica .....	67
CUADRO III.1	
Iberoamérica: indicadores de la profundización financiera, 1990-2007 .....	95
CUADRO III.2	
América Latina y el Caribe: contribución de las industrias creativas en algunas economías .....	102
CUADRO III.3	
Pérdidas acumuladas causadas por ciclones tropicales, históricas y proyectadas, 2007 .....	137
CUADRO III. 4	
Implicaciones de los derechos de propiedad intelectual (DPI) sobre el desarrollo de nuevas tecnologías renovables .....	139
CUADRO III.5	
Innovación guiada por necesidades sociales .....	150
CUADRO IV.1	
América Latina: el sistema de los fondos de apoyo a la ciencia y la tecnología. ....	181
CUADRO IV.2	
Asimetría entre la universidad y la empresa .....	187
CUADRO IV.3	
Los canales de interrelación entre la universidad y la empresa.....	189
CUADRO IV.4	
Trato especial y diferenciado, flexibilidades y disposiciones de autodeterminación: taxonomía de los espacios de política en los ADPIC.....	197



## Prólogo

---

---

Esta publicación es el resultado de un esfuerzo conjunto de la Secretaría General Iberoamericana (SEGIB) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), y ha sido elaborada para la decimonovena Cumbre Iberoamericana de Jefes de Estado y de Gobierno, que se celebrará en Estoril (Portugal), los días 30 de noviembre y 1° de diciembre de 2009. Esta publicación se inserta en el marco de prioridades acordadas en la decimoctava Cumbre Iberoamericana de Jefes de Estado y de Gobierno, celebrada en El Salvador, en 2008, en la que se definió a 2009 como el año de la innovación y el conocimiento, y da continuidad a un trabajo anterior<sup>1</sup>. En este nuevo análisis se avanza en el diagnóstico de la región en términos de capacidad de innovación, se analizan las oportunidades y desafíos que enfrentan sus países en este terreno y se identifican espacios y actividades que contribuyen a fortalecer esa capacidad. La preocupación estratégica del estudio es contribuir a definir orientaciones de política que permitan alcanzar los objetivos del crecimiento sostenible en un marco de creciente inclusión.

El proceso de desarrollo se fundamenta en un conjunto de innovaciones que transforman cualitativamente la estructura productiva y sostienen la expansión del producto en condiciones compatibles con la inclusión social y la preservación del medioambiente.

---

<sup>1</sup> “Espacios iberoamericanos: la economía del conocimiento” (LC/G.2392), Santiago de Chile, 2008.

Este es el foco del presente libro y en sus capítulos se plantea la idea de que es posible combinar el crecimiento, la sostenibilidad y las mejoras en la distribución del ingreso en Iberoamérica mediante un proceso vigoroso y socialmente orientado de innovación, tanto tecnológica como social y organizacional, a partir de las políticas públicas. A continuación se resumen brevemente algunos de los argumentos que serán explorados con mayor profundidad a lo largo del libro.

En primer lugar, se argumenta que hoy más que nunca la innovación es una variable estratégica que debe ocupar un lugar prioritario en el diseño de las políticas de desarrollo de Iberoamérica. El cambio técnico se ha acelerado marcadamente en el mundo en las últimas décadas y, muy probablemente, la recuperación de la economía mundial se asocie a importantes innovaciones. La región ha participado de forma muy marginal en ese proceso desde los años ochenta y es necesario dar un salto cualitativo en materia de inversión en educación, investigación y desarrollo e infraestructura para ciencia y tecnología. No hacerlo implicaría renunciar a una inserción menos vulnerable una vez superada la crisis y comprometer las posibilidades de convergencia futura de las economías de la región con las de los países más desarrollados. Raúl Prebisch, a fines de los años cuarenta, señalaba que el desafío central para superar la condición periférica era reducir la distancia tecnológica que separaba a los países de la periferia de los del centro. Este tema ha sido una preocupación permanente de la CEPAL a lo largo de los años (CEPAL, 2005 y 2007) y constituye uno de los ejes prioritarios de este análisis.

En segundo lugar, importa no solo la tasa de crecimiento económico y el ritmo de innovación, sino también su dirección y sostenibilidad, tanto desde el punto de vista ambiental como social. La innovación es uno de los principales instrumentos (quizás el principal) para conciliar crecimiento, equidad y sostenibilidad. En efecto, sin innovación no habrá aumento de competitividad que sostenga el crecimiento, o este último dependerá exclusivamente de tasas de cambio muy altas y bajos salarios, que generan desigualdad y que no son compatibles con una sociedad más justa e inclusiva. Asimismo, en el mundo existe una preocupación creciente y plenamente justificada por el impacto ambiental del desarrollo, y las demandas y preferencias de los consumidores y gobiernos favorecen cada vez más las tecnologías con baja emisión de carbono. Por esa razón, canalizar el esfuerzo tecnológico hacia tecnologías limpias no solo protege al medio ambiente, sino que también puede reforzar la posición

competitiva de Iberoamérica. Además, la región se beneficiaría directamente de estándares globales de preservación más rigurosos, dado que muchos de los impactos de la degradación ambiental se sufrirán con particular intensidad en los países en desarrollo y en América Latina y el Caribe.

Como señalara Fajnzylber (1990), competitividad externa, sostenibilidad ambiental y equidad son tres factores que pueden y deben reforzarse mutuamente. A pesar de que estos objetivos pueden tener diferente relevancia en determinados momentos, la innovación es un instrumento que permite avanzar simultáneamente en todos ellos. En este documento se argumenta a favor de esta perspectiva y se ofrecen estudios sectoriales que la avalan. Se plantean, además, estrategias que buscan fortalecer esas complementariedades.

Este libro consta de cinco capítulos. En el primer capítulo se analiza el significado de innovar en una economía en que el conocimiento es la clave para el logro del crecimiento a largo plazo. Se presentan algunos conceptos esenciales para la comprensión de la innovación y de sus vínculos con el cambio estructural y el crecimiento, que definen la perspectiva adoptada en este libro. Además, se comparan algunos indicadores de capacidades tecnológicas de Iberoamérica y otras regiones, con el objetivo de obtener un panorama de la brecha de capacidades que existe a escala internacional y, por lo tanto, de la dimensión del desafío que deben enfrentar los países de la región.

El segundo capítulo se centra fundamentalmente en el impacto de los nuevos paradigmas tecnológicos en la región. La difusión de las tecnologías de la información y de las comunicaciones, la nanotecnología y la biotecnología es sin duda una fuerza fundamental que configurará las estructuras productivas y la inserción internacional de los países en los próximos años. En este capítulo se hace referencia a las principales tendencias y se evalúan las respuestas que se han ensayado en Iberoamérica. También se examinan las fortalezas, debilidades y posibles estrategias para captar una parte creciente de los beneficios del cambio de paradigma por parte de los países iberoamericanos.

En el tercer capítulo se ofrece una serie de estudios específicos, centrados en algunos sectores y temáticas. Todos ellos tienen en común las tres preocupaciones que son el eje de este documento, a saber: la innovación para crecer, la sostenibilidad ambiental y la inclusión social. Se estudian los sectores de servicios, agroalimentos, energía e industrias creativas, así

como también algunas experiencias en que la innovación se ha orientado, sobre todo, a ampliar el acceso a bienes y servicios de los sectores más marginados de la población. A pesar de la heterogeneidad de los casos estudiados, todos ellos (con sus diferencias de escala, complejidades y posibilidades de difusión) ofrecen lecciones interesantes y demuestran la importancia de las políticas públicas y del diseño institucional de estímulo a la innovación.

En el cuarto capítulo, se hace referencia específica a las políticas e instituciones y se muestra la manera en que la perspectiva respecto de las instituciones y políticas relativas a la ciencia, la tecnología y la innovación en Iberoamérica ha evolucionado a lo largo del tiempo. La región cuenta con un proceso de aprendizaje acumulado a lo largo de más de tres décadas en materia de política industrial y tecnológica, que es fundamental considerar en un estudio de esta naturaleza. Con sus éxitos y fracasos, esa experiencia ha contribuido a generar una nueva concepción en que la interacción entre innovación, crecimiento y cambio estructural pasa a un primer plano. Se argumenta que esta perspectiva debería fundamentar y orientar las respuestas estratégicas de la región en las próximas décadas. Por último, se presenta un quinto capítulo dedicado a las conclusiones finales.

La SEGIB y la CEPAL ponen la presente publicación a disposición de los gobiernos y ciudadanos de los países iberoamericanos con el fin de brindarles un panorama amplio sobre la innovación, la inserción regional y las políticas en el contexto de la economía del conocimiento. Se espera contribuir de este modo a una mejor comprensión de los desafíos que enfrenta Iberoamérica en un momento en que nuevos actores, industrias y paradigmas tecnológicos van rediseñando el escenario económico regional y global. Es el momento propicio para reflexionar sobre estrategias de desarrollo futuro y la posibilidad de captar los impulsos dinámicos que provienen tanto del exterior como de las legítimas demandas de crecimiento más inclusivo de las sociedades de los países de la región.

**Alicia Bárcena**

Secretaria Ejecutiva

Comisión Económica para América

Latina y el Caribe (CEPAL)

**Enrique V. Iglesias**

Secretario General

Secretaría General Iberoamericana

(SEGIB)

## Capítulo I

---

---

# Innovar en la nueva economía global del conocimiento

### A. Introducción

En un momento en que se discute la institucionalidad necesaria para superar de la mejor manera posible la crisis económica es imprescindible no dejar de lado el largo plazo y los problemas del desarrollo que persisten en muchas regiones de Iberoamérica. Las economías iberoamericanas han respondido a los desafíos planteados por la crisis mediante políticas de corto plazo de incentivo al crédito y de aumento del gasto público; pero es necesaria una estrategia de largo plazo que defina una trayectoria de crecimiento sostenible e inclusivo, en la que la innovación debe desempeñar una función primordial.

En efecto, no se puede pensar en políticas de largo plazo sin tener en cuenta el papel que le cabe a la ciencia, tecnología e innovación (CTI) en la recuperación económica y el crecimiento en los próximos años. Así como las políticas fiscal y monetaria de corto plazo buscan evitar que el

nivel de actividad continúe cayendo, las políticas industrial y tecnológica deben impedir que se profundicen las asimetrías tecnológicas y de competitividad que existen en la economía internacional. Mientras que la política de corto plazo apunta a reducir la brecha entre el producto con pleno empleo y el efectivo, la de largo plazo busca reducir la distancia entre los países que se sitúan en la frontera tecnológica (países desarrollados) y aquellos en que la tecnología solo ha penetrado de forma parcial (países en desarrollo). La política de corto plazo pretende estabilizar el crecimiento del producto; la de largo plazo, en el caso de las economías en desarrollo, busca alcanzar tasas de crecimiento que reduzcan, con el tiempo, las diferencias internacionales de ingreso por habitante (*catching up*).

La crisis económica internacional provoca varios efectos negativos en la innovación. Por un lado, la caída de la tasas de crecimiento afecta fuertemente la tasa de aprendizaje y la incorporación de innovaciones. Otros efectos negativos se producen sobre todo por la vía de una mayor aversión al riesgo y expectativas pesimistas e inestables, que reducen la inversión. Por otro lado, el menor dinamismo del sector exportador desempeña un papel destacable, ya que el comercio internacional es una fuente importante de aprendizaje. Por último, la caída de los ingresos fiscales conduce a una disminución de los recursos públicos dedicados a la investigación básica y aplicada. Es posible que, en función de esto, las políticas de apoyo a la innovación pierdan espacio.

Sin embargo, la crisis económica también implica una fuerte presión por alcanzar una mayor eficiencia y productividad. Existen, además, incentivos estructurales que no dependen del ciclo económico, como la consolidación de sectores de punta (biotecnología, nanotecnología, tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC) y nuevos materiales) y el impacto creciente de las políticas de ahorro energético impulsadas por los países más industrializados. En otras palabras, la crisis no implica un alto en las actividades de innovación, ya que algunas oportunidades se vuelven más visibles. Ahora bien, para aprovecharlas, las políticas proactivas aparecen como más necesarias que nunca. Cuando la incertidumbre se hace más aguda, es necesario formular parámetros claros y sugerir direcciones concretas para recuperar la inversión y el crecimiento. La experiencia nos ha demostrado que el mercado no puede hacerlo, ya que en períodos de crisis los agentes económicos buscan la seguridad y evitan apostar al futuro. Le cabe, entonces, a la política pública desempeñar ese papel estratégico.

El análisis de los temas relacionados con la innovación y el crecimiento de largo plazo requiere revisar brevemente algunos conceptos fundamentales. En esta sección se discute el concepto de innovación y cómo esta interactúa con el marco institucional de CTI para definir el modo en que la región participa en la nueva economía del conocimiento. Además, se analizan de manera concisa las capacidades tecnológicas de Iberoamérica desde una óptica comparativa, mostrando la evolución que ha tenido la brecha de capacidades. Finalmente, se discute la importancia no solo de la innovación tecnológica, sino también de las innovaciones organizacionales, un tema poco estudiado en la región y que muestra una importancia creciente a la luz de la mayor intensidad y diversidad de las formas de integración entre las firmas a escala global.

## B. Innovación: aspectos conceptuales

### 1. Innovación y desarrollo

Es difícil referirse a la importancia de la innovación en el análisis económico sin mencionar la contribución de Schumpeter al respecto. Para este autor, las innovaciones son la fuerza que impulsa el proceso de desarrollo de los países en el largo plazo. Schumpeter (1911) define a la innovación como el surgimiento de nuevas funciones de producción, nuevos mercados y nuevos medios de transporte, que alimentan el proceso de “destrucción creadora” (algunos sectores declinan mientras surgen nuevos y otros se expanden más rápido). Más aún, la fuente de este proceso, que en los primeros trabajos de este autor dependía del genio individual de un cierto tipo de empresario (el empresario innovador), con el pasar del tiempo se vuelve endógena a las grandes empresas. Se instauran en ellas departamentos de investigación y desarrollo (I+D) que sistemáticamente generan innovaciones, como parte de la búsqueda permanente por crear ventajas competitivas. Pero estas ventajas son transitorias y se diluyen a medida que surge una plétora de imitadores que disemina los nuevos conocimientos y eleva la productividad y los niveles de bienestar de la economía en su conjunto. Se debe también a Schumpeter el haber asociado los ciclos largos de crecimiento a la aparición de un conjunto de innovaciones concatenadas, con fuertes efectos de arrastre e interconexiones con otros sectores<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Estos ciclos, de aproximadamente 50 años, reciben la denominación de ciclos de Kondratieff.

La definición original de innovación de Schumpeter ha sido reelaborada por diversos autores. En particular, se han propuesto distintas tipologías de innovación, que toman en cuenta tanto la magnitud de sus repercusiones en el sistema económico como la intensidad de sus relaciones con la ciencia y la tecnología. De las distintas tipologías que han surgido, la más difundida es la propuesta por Freeman y Pérez (1988), quienes dividen las innovaciones en cuatro categorías: i) progresivas o incrementales; ii) radicales; iii) cambios en el sistema tecnológico, y iv) cambios en el paradigma tecno-económico. Es importante describirlas brevemente, ya que se hará uso de ellas a lo largo del presente documento.

Las innovaciones progresivas o incrementales consisten en cambios pequeños y en apariencia poco significativos que, sin embargo, con el correr del tiempo y a medida que se acumulan, acarrear profundas consecuencias en la productividad y la competitividad internacional. Por su naturaleza, muchas veces no suceden en departamentos formales de I+D ni se registran como patentes; están más relacionadas a procesos de “aprendizaje práctico” (*learning by doing*) y corrección de problemas (*trouble shooting*) en la producción. Cabe resaltar que no son espontáneas, sino que requieren significativos esfuerzos de investigación por parte de los obreros, ingenieros y técnicos de la firma, sin los cuales no es posible transformar la experiencia de producción en conocimiento e innovaciones incrementales. Las innovaciones progresivas tienen un papel especialmente destacado en el caso de las economías en desarrollo. Por lo general, la tecnología importada se difunde en esos países en contextos económicos y sociales específicos, lo que hace necesario adaptar, ajustar y mejorar esa tecnología. Como resultado, el propio proceso de difusión se confunde con la generación de innovaciones progresivas, cuya intensidad depende de la magnitud de las actividades locales de innovación (Fransman y King, 1984).

Las innovaciones radicales son eventos discontinuos, que se distribuyen en forma irregular a través de los sectores y del tiempo (Freeman, Clark y Soete, 1982). Su existencia depende de departamentos formales de I+D y, muchas veces, una interacción fuerte con la ciencia. Las innovaciones radicales representan un tipo de innovación cuya base es el esfuerzo sistemático e institucionalizado de grandes corporaciones que cuentan con considerables recursos financieros y tecnológicos. En este caso hay un componente sistémico en la aparición y difusión de las

innovaciones —mayor que en el caso anterior— que refuerza el papel de las externalidades, asociadas a la interacción con centros de investigación y con consumidores y usuarios más exigentes. Son ejemplos de este tipo de innovaciones, que se estudiarán más adelante, la biolixiviación en la minería o los nuevos paquetes tecnológicos vinculados a semillas transgénicas en la agricultura.

Los cambios en el sistema tecnológico redefinen el contexto de una industria y los patrones de competencia en un cierto mercado, y desestabilizan estrategias hasta entonces dominantes. Tales cambios se asocian a un conjunto concatenado de innovaciones radicales y progresivas que afectan diversos sectores y transforman varias industrias, al mismo tiempo acompañadas de cambios en la forma de organización y gestión de las empresas. Keirstead (1948) se refiere a estos cambios como “constelaciones” de innovaciones —técnica y económicamente relacionadas entre sí—, donde el peso de la ciencia y los departamentos de I+D es aún más importante que en el caso de las innovaciones radicales.

Por último, los cambios en el paradigma tecno-económico representan un conjunto de innovaciones interrelacionadas capaces de redefinir no solo el escenario de una cierta industria, sino el de un conjunto de industrias o, incluso, el de toda la economía (Freeman y Pérez, 1988). Como su nombre lo indica, son transformaciones en los paradigmas, es decir, en el conjunto de reglas y heurísticas que estructuran las formas en que la investigación se concibe y organiza y, así, pautan nuevas direcciones y modalidades del progreso técnico a través de los distintos sectores. Para que exista ese tipo de transformación son necesarios algunos requisitos, como la oferta amplia y a bajo costo de un insumo clave (petróleo durante el paradigma metal-mecánico; chips y semiconductores en el paradigma de las tecnologías de información), la posibilidad de usar las nuevas tecnologías en un conjunto muy diverso de sectores (*pervasiveness*) y ajustes en el marco social e institucional que eliminen barreras a la innovación y difusión del nuevo paradigma. Puede decirse que los cambios en los paradigmas tecno-económicos redefinen trayectorias no solo en los ámbitos tecnológico y económico, sino también en el social. Un ejemplo de cambio de sistema tecnológico, que puede suscitar un cambio de paradigma tecno-económico, es el de la biotecnología, cuyas implicaciones se estudian más adelante.

Los efectos de un paradigma tecno-económico son los que representan más fielmente la idea schumpeteriana de “destrucción creadora”, mencionada antes, capaz de sostener ciclos largos de crecimiento a partir de la emergencia y desaparición de sectores. La forma en que cada país reacciona ante ellos determina, en gran medida, su desempeño relativo y su capacidad de acompañar el crecimiento de la economía mundial. Las posiciones relativas se vuelven más fluidas y los distintos marcos institucionales en cada país tienen gran influencia sobre la velocidad con que el nuevo paradigma se absorbe, como se verá a continuación.

## **2. Aprendizaje e instituciones**

Los distintos tipos de innovación mencionados se superponen durante ciertos períodos, y cada uno de ellos representa un desafío específico para las estrategias de firmas y gobiernos. Las innovaciones incrementales afectan de manera significativa la capacidad competitiva cuando el paradigma ya se ha estabilizado y difundido internacionalmente. En efecto, si la frontera tecnológica se mueve a una velocidad no muy alta, es posible acortar distancias a partir de inversiones sistemáticas en educación y tecnología. Los tigres asiáticos son un ejemplo muy claro de ese tipo de estrategia. Las innovaciones incrementales que fueron aflorando con el desarrollo tecnológico sostuvieron, durante mucho tiempo, la competitividad y el desarrollo exportador de esos países (Amsden, 1989; Katz, 1984 y 1997).

El surgimiento de un nuevo sistema tecnológico o paradigma tecno-económico, en cambio, está asociado al movimiento acelerado de la frontera y a la aparición más o menos simultánea de un grupo de innovaciones radicales que se nutren de él. Cabe preguntarse cómo afecta a las economías en desarrollo. En primer lugar, la posibilidad de participar en el lado creativo de la destrucción creadora dependerá, en parte, del grado de proximidad alcanzado por los agentes con respecto a la frontera del viejo paradigma. Moverse hacia una nueva base de conocimientos depende, fuertemente, de las externalidades y de la acumulación de capacidades en sectores de punta del sendero tecnológico previo (Nelson, 1993; Metcalfe, 1995). Como ya lo notaron Dosi (1988), Cimoli y Dosi (1995) y Rosenberg (1977, 1982), entre otros autores, una inercia muy fuerte en las trayectorias de aprendizaje hace que la firma se diversifique más fácilmente en torno a

su base tecnológica inicial. Un nuevo paradigma no es un nuevo juego en que los jugadores retornan al punto de partida, sino uno en que las reglas cambian, pero las posiciones previas se confirman o se vuelven aún más asimétricas. Así, en muchos campos de las tecnologías de información, la biotecnología y la nanotecnología, la brecha tecnológica ha tendido a ampliarse en actividades de punta, como se discute más adelante.

Por esas razones, el papel de las políticas públicas es más crítico cuando la frontera avanza rápido que cuando se ha estabilizado (Antonelli, 1995; Pavitt, 1987). En parte, ello se explica por la mayor importancia que asumen algunas instituciones que operan parcialmente fuera de la lógica del mercado, como las universidades e instituciones de ciencia básica y, en parte, porque la incertidumbre y las imperfecciones de mercado son más marcadas cuando emerge un nuevo paradigma. En ese sentido, contar con políticas públicas que fortalezcan el sistema de ciencia y tecnología, la capacidad de I+D de universidades, instituciones públicas de investigación y centros privados dedicados a la investigación y desarrollo y la formación de capital humano puede definir la velocidad y el éxito con que una economía absorbe un nuevo sistema o paradigma tecnológico<sup>2</sup>.

Siendo así, las actividades orientadas a la innovación ocupan un lugar especial en la construcción de un marco institucional favorable al crecimiento. Este marco configura las restricciones y oportunidades que las firmas enfrentan en sus procesos de aprendizaje, incluyendo la disponibilidad de capacidades complementarias, información sobre insumos, servicios, patrones de calidad y bienes de capital, así como los estímulos de la demanda de bienes y conocimientos. Se cuenta con una considerable literatura empírica que resalta la importancia del ámbito institucional en la formación de nuevas capacidades tecnológicas (Teitel, 2004; Teubal, 1982), designada con el nombre genérico de sistema nacional de innovación (SNI) (Freeman, 1987; Nelson, 1993). Este es definido por Metcalfe (1995) como un conjunto de instituciones que interactúan y se complementan en la creación y difusión de nuevas tecnologías y conforman la agenda de políticas y su implementación por parte de los gobiernos.

---

<sup>2</sup> Un punto resaltado en el artículo pionero de Nelson y Phelps (1966); véase también Abramovitz (1990) y Narula (2002).

La idea central del SNI es que el aprendizaje no depende solo de las firmas individuales, sino de redes formadas por organizaciones de distinto tipo y objetivo. Cada vez es más difícil que las firmas individuales puedan disponer de todas las capacidades requeridas para competir en un mundo en que el progreso técnico se acelera y la especialización se profundiza. Esas capacidades solo pueden ser plenamente fortalecidas en un contexto de redes, donde los flujos de información y tecnología entre firmas y organizaciones son tan importantes como los de insumos y bienes. La innovación es, ante todo, un proceso interactivo en que diversos agentes convergen en el esfuerzo innovador, y el marco institucional que los articula es fundamental. La firma es el *locus* de la innovación, pero sin duda su intensidad depende mucho de las externalidades de que dispone, tanto a nivel sectorial como macroeconómico.

La dirección y magnitud del progreso técnico no es algo que las sociedades puedan controlar *ex ante*. En la innovación tecnológica se cruzan diversos ámbitos, con lógicas y mecanismos específicos, que no siempre son compatibles entre sí<sup>3</sup>. Por un lado, la evolución de la tecnología tiene determinantes que responden a una lógica interna, como ya fue discutido al presentar el concepto de innovación tecnológica. Tecnólogos y científicos trabajan con sus propios paradigmas —sus propias reglas acerca de cómo debe conducirse una investigación—, que definen qué problemas e instrumentos son legítimos. Hay, además, aspectos específicos que singularizan cada paradigma; por ejemplo, la biotecnología y la mecatrónica se pautan por conjuntos de problemas, instrumentos y materiales que les son propios. Por otro lado, las fuerzas del mercado y la competencia seleccionan entre innovaciones e influyen en la dirección de investigación. La respuesta a las señales del mercado es mediada por el paradigma dominante y, en algunos casos, este puede producir respuestas que el mismo mercado ignora.

Pero no son solo las fuerzas del mercado y la lógica interna del paradigma las que definen la trayectoria de las innovaciones, su difusión y la construcción de capacidades tecnológicas en firmas y países. Si así fuera, no habría otra labor para los formuladores de políticas que el de

---

<sup>3</sup> Las innovaciones tecnológicas pueden referirse a innovaciones de producto, cuando se introduce en el mercado un bien cuyas características tecnológicas o cuyo desempeño difieren significativamente de los productos anteriores; o innovaciones de proceso, cuando ocurren cambios debido a la adopción de métodos de producción tecnológicamente nuevos o mejorados.

presenciar cómo mercado y tecnólogos interactúan. Hay grados de libertad —menores o mayores, según los mercados y paradigmas en cuestión— que se expresan en la construcción de instituciones. Las instituciones que la sociedad erige y administra (incluyendo aquellas fundadas o controladas por los gobiernos) tienen un papel en definir la trayectoria tecnológica dominante. En otros términos, el desafío que deben enfrentar los gobiernos es concebir instituciones que canalicen el esfuerzo innovador, dentro de los límites definidos por la dinámica del paradigma tecnológico y por las fuerzas de la competencia en el mercado. No se trata de frenar el avance tecnológico, ni de inhibir la capacidad del mercado de producir innovaciones y de crear oportunidades que los gobiernos no conseguirían originar ni aun prever. Se trata de establecer instituciones que estimulen ciertos paradigmas en lugar de otros, ciertas sendas en lugar de otras, combinando mecanismos que operan tanto fuera como dentro de la lógica del mercado. Ahora bien, algunos momentos son más propicios que otros para generar esas trayectorias. En los momentos iniciales, cuando se selecciona entre distintos paradigmas, el poder de las instituciones es mayor que cuando un paradigma se ha consolidado y las inversiones, capacidades y conocimientos han cristalizado en cierta dirección.

Vale la pena enfatizar que el tema de la sustentabilidad ambiental está llamado a tener un peso creciente en la demanda de tecnología y es un tema particularmente importante en países que han basado sus exportaciones en el uso de sus recursos naturales (en ciertos casos, con elevados costos al medio ambiente). Como fue mencionado, el diseño institucional en ciencia y tecnología puede ayudar a elegir trayectorias más sostenibles, antes que se cristalicen y muestren una fuerte acumulación, sobre la cual las políticas serían ineficaces. Dentro de un conjunto de trayectorias sustentables y al interior de una institucionalidad que privilegia la innovación actuarán los mecanismos de mercado, seleccionando entre aquellos que se muestran más eficientes en responder (y educar) las demandas del consumidor y de los usuarios de la tecnología.

En resumen, la dinámica tecnológica, así como la formación de nuevas capacidades y la búsqueda de oportunidades a partir de los nuevos paradigmas tecnológicos, se relaciona no solamente con la inversión en I+D y en recursos humanos (factores determinantes en las posibilidades de incorporación de conocimiento en nuevos productos, servicios y

procesos), sino también con las redes institucionales que dan sustento a la innovación y que pueden afectar su dirección —tanto en el sentido de promover una mayor sostenibilidad ambiental como una mayor inclusión social. La interacción entre esas variables origina patrones de aprendizaje que son específicos a los distintos países y sectores. A continuación se discuten brevemente algunas características de la trayectoria de aprendizaje que han seguido los países de Iberoamérica.

## C. Las capacidades tecnológicas endógenas y el aprendizaje: una visión comparativa

### 1. Las capacidades tecnológicas de la región

La literatura muestra de forma consistente que los procesos de aprendizaje, generación y difusión de capacidades tecnológicas endógenas son elementos claves para un crecimiento sostenido con inclusión social y una distribución del ingreso más equitativa (Fajnzylber, 1990; CEPAL, 2007a) en una economía global donde el conocimiento es uno de los principales activos. Entre los principales elementos que caracterizan la economía global del conocimiento se encuentran: i) una mayor codificación del conocimiento; ii) una relación más estrecha entre tecnología y ciencia, con mayores tasas de innovación y ciclos de vida del producto más cortos; iii) creciente importancia de la innovación en el crecimiento del PIB, así como de la educación y del aprendizaje continuo; iv) mayor inversión en elementos intangibles (investigación y desarrollo, educación, *software*, entre otros) que en capital fijo, y v) cambios sustanciales en la demanda de calificaciones en el mercado de trabajo.

Si bien Iberoamérica —y en particular España— ha mostrado avances tecnológicos importantes en algunos de los factores mencionados, otras economías han avanzado más rápidamente en la construcción de capacidades, como China e India. En América Latina, las escasas capacidades tecnológicas son explicadas en parte por factores relacionados con su estructura económica y las dinámicas de innovación, entre los cuales se destaca el patrón de especialización, el fuerte peso de las importaciones en los sectores de elevado contenido tecnológico, el

bajo posicionamiento en las cadenas globales del valor y la consecuente dependencia de la importación del conocimiento de ciencia, tecnología e innovación (CEPAL, 2008a).

En promedio, América Latina muestra una especialización muy concentrada en recursos naturales, aunque México y el Brasil son excepciones. En estos países las actividades industriales intensivas en tecnología producen entre el 30% y el 40% del valor agregado manufacturero. Sin embargo, en el caso de México esto se explica en gran medida por el desarrollo de la industria manufacturera de exportación (maquila), que realiza sobre todo actividades de ensamblaje, con bajo valor agregado local por unidad de producto. El Estado Plurinacional de Bolivia, Honduras, Panamá y el Ecuador son los países que presentan la mayor debilidad en cuanto a la importancia de los sectores intensivos en tecnología, cuya participación no supera el 10% del valor agregado total de la industria manufacturera del país.

Paralelamente al escaso contenido tecnológico de la estructura productiva, el patrón exportador se caracteriza por concentrarse en bienes de media y baja tecnología, manufacturas basadas en recursos naturales y productos primarios. En varios países —como el Perú, el Estado Plurinacional de Bolivia, Paraguay, Panamá, el Ecuador, Chile y Uruguay— menos del 20% del valor de las exportaciones corresponde a bienes de contenido tecnológico medio y alto, debido a la elevada concentración en bienes primarios y en los basados en recursos naturales. En México, Costa Rica y el Brasil los bienes de media y alta tecnología representan entre el 35% y el 65%, pero con diferencias substanciales entre ellos: en el Brasil reflejan una estructura productiva con mayor articulación y difusión de tecnología entre sectores, mientras que en México y Costa Rica presentan, sobre todo, actividades centradas en el ensamblaje y en zonas de libre comercio. Ellas no dan lugar, por lo tanto, a actividades significativas de fortalecimiento de las capacidades tecnológicas locales, lo que compromete la sostenibilidad del desarrollo de largo plazo de los países.

En los últimos 20 años las importaciones se han mostrado muy dinámicas en la región. Esto es particularmente evidente en el caso de los sectores intensivos en tecnología, pero también en los sectores intensivos en trabajo, que están expuestos a la competencia de nuevos productores, sobre todo de países de Asia. Cabe notar que las importaciones de

elevado contenido tecnológico no se traducen de manera automática en la modernización del aparato productivo ni en el aumento de las capacidades tecnológicas de la economía importadora. Esto dependerá, como ha sido mencionado, del esfuerzo en investigación y desarrollo, la creación de capital humano y la calidad de las instituciones.

Por otra parte, las empresas regionales que han logrado integrarse a las cadenas de producción internacionales se posicionan en los niveles jerárquicos más bajos de ellas. Por lo general, se ocupan de actividades de baja tecnología, como el procesamiento de materias primas o actividades básicas de montaje. Las empresas transnacionales mantienen el liderazgo en las redes de producción sobre la base de la contratación externa, subcontratando o relocalizando las actividades de producción en función de ventajas comparativas estáticas. Ello les permite, además, apropiarse de los beneficios que se derivan de la acumulación tecnológica y de la innovación, pero sin traspaso de conocimiento y experiencias al interior de los países donde se encuentran instaladas (CEPAL, 2008a). En este escenario, las grandes empresas tienden a apoyarse cada vez más en las capacidades del exterior, fortaleciéndose así las asimetrías tecnológicas, donde los agentes nacionales participan como actores marginales en la globalización de las actividades científicas y tecnológicas.

En resumen, en la región prevalece una modalidad de especialización productiva que se basa en la asignación de los recursos productivos según ventajas competitivas estáticas. Las ventajas dinámicas demandan la invención y la difusión de innovaciones técnicas y organizacionales que dependen sobre todo del acceso a flujos de conocimiento y a redes formadas por enlaces avanzados entre empresas, que son raros en los países latinoamericanos. En Iberoamérica, el caso español se destaca claramente en ese sentido, por haber alcanzado niveles más elevados de capacidades locales (apoyadas por políticas más decididas en CTI). Firmas españolas han conseguido una inserción más dinámica en el marco de la Unión Europea y han mostrado en algunos sectores de servicios niveles de competitividad e internacionalización muy elevados, como se verá más adelante.

## 2. Investigación, desarrollo e innovación

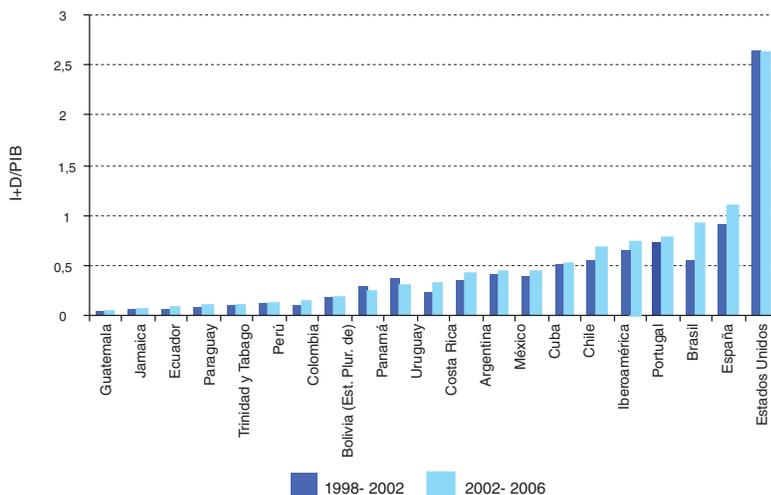
Estructuralmente los países de la región muestran poco esfuerzo en I+D<sup>4</sup>; sus procesos de innovación locales son más de adaptación y de mejoras incrementales, con bajo peso de las innovaciones basadas en descubrimientos científicos. Esto explica por qué los países de la región patentan fundamentalmente en sectores tradicionales y no acompañan la tendencia dominante a nivel mundial, donde prevalecen las patentes en biotecnología y en tecnologías de la información (CEPAL, 2008b).

La comparación de la inversión en I+D entre la región y los países líderes muestra en general un cuadro muy negativo. Mientras que en estos últimos los gastos en I+D alcanzan valores entre el 2% y el 3,6% del PIB (CEPAL, 2008b), en América Latina y el Caribe no superan el 0,5% del PIB (como en Costa Rica, el Estado Plurinacional de Bolivia, Uruguay, Panamá y Colombia) o están muy cerca de ese valor (Argentina, México y Cuba). Solo en pocos casos la inversión en I+D supera claramente ese nivel tan reducido (el Brasil y Chile). El Brasil es una excepción en el panorama regional por el hecho de que sus gastos en I+D aumentaron desde finales de los años noventa para alcanzar valores en torno al 1% del PIB, y hoy han superado este nivel, de modo que este país es el líder regional en I+D, junto con España (véase el gráfico I.1). Por su parte, el gasto español en I+D es aún inferior a la meta establecida en la Estrategia de Lisboa en 2010, del 3% del PIB, y depende en gran medida de la inversión pública. La Estrategia de Lisboa propone que, en 2010, dos tercios del gasto en I+D sea financiado con fondos privados, mientras que los datos indican que en 2007 en España el sector privado solo respondía por el 46% de ese financiamiento (Cotec, 2009).

---

<sup>4</sup> De acuerdo al Manual Frascati (OCDE, 1963), la investigación y desarrollo (I+D) comprende el trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos, incluido el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de esos conocimientos para crear nuevas aplicaciones.

Gráfico I.1  
ESFUERZO INNOVADOR EN IBEROAMÉRICA, 1998-2006  
(En porcentajes del PIB)



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT).

En América Latina y el Caribe el sector público sigue siendo el que más contribuye al financiamiento de la inversión en I+D; en promedio responde por más del 50% del total. A la inversa, en las economías más desarrolladas es el sector privado el agente principal en el financiamiento y la ejecución de las actividades de CTI (en los Estados Unidos representa más del 65%) (véase el cuadro I.1). A pesar de los indicadores negativos, es importante observar la tendencia al alza de la participación del sector empresarial en los últimos años. Partiendo del 20% en los años ochenta, las empresas llegaron a aportar el 34% de los gastos totales en I+D en 2000-2001. Ya en 2005-2006 financiaron alrededor del 41% y realizaron paralelamente el 40% de las actividades de I+D.

Para completar el panorama de los gastos en I+D en la región, cabe señalar dos ulteriores puntos. Primero, en este frágil escenario científico y tecnológico, las universidades constituyeron y siguen siendo agentes muy activos y participan ampliamente en la ejecución de los gastos de I+D (mientras su participación en la financiación no es relevante). Segundo, en la mayoría de los países, la participación en el financiamiento de la I+D por parte de actores internacionales y extranjeros no aparece como muy significativa (CEPAL, 2008a).

**Cuadro I.1**  
**GASTOS EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO POR FUENTE**  
**DE FINANCIAMIENTO**  
*(En porcentajes)*

País	1995 - 1996			2000 - 2001			2005 - 2006		
	Gobierno	Empresas	Otros	Gobierno	Empresas	Otros	Gobierno	Empresas	Otros
Argentina	66	27	7	73	22	5	66	30	4
Estado Plurinacional de Bolivia	34	21	45	22	20	58	20	16	64
Brasil	58	39	3	59	40	1	50	48	2
Chile	61	24	15	70	24	6	45	46	9
Colombia	55	35	10	22	31	47	38	27	35
Cuba	52	48	0	55	38	7	60	35	5
España	48	45	7	44	48	8	45	47	8
México	66	19	15	61	30	9	49	42	9
Panamá	44	1	55	34	5	61	39	0	61
Portugal	66	20	14	63	29	8	55	36	9
Uruguay	12	31	57	20	39	41	40	33	27
República Bolivariana de Venezuela	32	51	17	54	30	16	62	16	22
América Latina	55	34	11	60	34	6	52	41	7
Iberoamérica	53	37	10	55	38	7	49	43	8
Estados Unidos	32	62	6	27	70	3	30	65	5

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT).

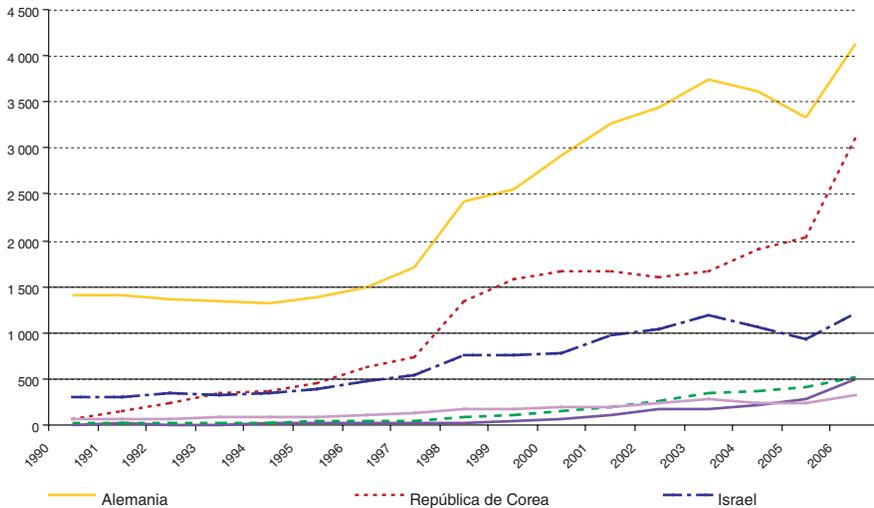
Nota: América Latina e Iberoamérica representan el promedio simple de los países para los que se cuenta con información.

Estos resultados deben interpretarse a la luz de lo dicho antes sobre la especialización productiva de la región. Hay sectores de la industria manufacturera cuya propensión a la inversión en I+D es más elevada que en otros, y son los que se clasifican como más intensivos en tecnología. Por ese motivo, los países que poseen una estructura productiva en que esos sectores tienen una baja representación (como es el caso de la mayor parte de los de América Latina y el Caribe) también tienden a producir y difundir menos conocimientos (CEPAL, 2008a).

Tanto la estructura productiva como los magros esfuerzos en materia de innovación realizados por la región se reflejan en su capacidad de patentamiento. En los últimos 15 años ha habido una explosión en materia de patentamiento (CEPAL, 2008b), acompañada por los países

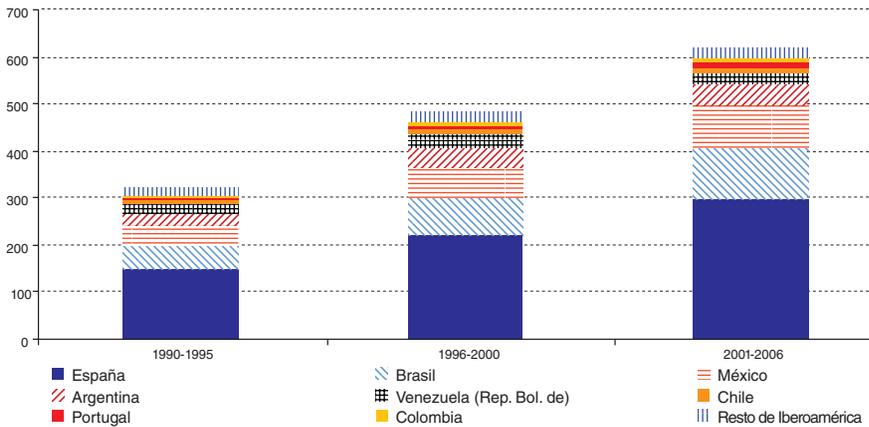
asiáticos, pero no igualmente manifestada en los países iberoamericanos, que han aumentado el número de patentes de 272 en 1990 a 627 en 2006 (véase el gráfico I.2). Mientras que en 1990 las patentes de iberoamericanos eran seis veces más y dos veces y media más que las de China e India respectivamente, en 2006 las patentes iberoamericanas representaban el 60% de las obtenidas por estos países. En la región, los países que concentran el mayor número de patentes son España, Brasil y México, y un número considerable de países exhibe una escasa participación en la utilización de este mecanismo de apropiabilidad (véase el gráfico I.3).

Gráfico I.2  
PATENTES CONCEDIDAS POR LA OFICINA DE PATENTES Y  
MARCAS DE LOS ESTADOS UNIDOS (USPTO) A NO RESIDENTES  
PARA UN GRUPO DE PAÍSES, 1990-2006



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de datos de la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos (USPTO).

Gráfico I.3  
 PATENTES CONCEDIDAS POR LA OFICINA DE PATENTES  
 Y MARCAS DE LOS ESTADOS UNIDOS (USPTO) A PAÍSES  
 IBEROAMERICANOS, 1990-2006



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de datos de la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos (USPTO).  
 Nota: Los datos se refieren al promedio para cada período considerado.

Por otra parte, en Latinoamérica la innovación está limitada a la gran empresa, ya sea la exportadora o la asociada a la inversión externa directa. En las pequeñas empresas la innovación aún es marginal. Muchas firmas la perciben como algo externo, que se paga con regalías, y no como parte de una visión estratégica de la empresa. Es necesario cambiar esa concepción y transformar la cultura del sector empresarial y del sector público para que se incorporen efectivamente ciencia, tecnología e innovación al proceso de decisión. Las fuertes externalidades positivas vinculadas al conocimiento, el elevado grado de incertidumbre y el largo tiempo de maduración de las inversiones (inherente a las actividades de I+D) requiere que el Estado cumpla la función de orientador de los diversos actores que participan en este proceso.

En resumen, tanto desde el punto de vista de los gastos en I+D como del nivel de patentamiento y de la estructura productiva, la región se encuentra lejos de la frontera tecnológica internacional. Esto es verdad incluso en los casos de Brasil y España, que destacan dentro de la región por sus mayores esfuerzos tecnológicos. Esa distancia con relación a la frontera da una idea del desafío, pero también de las oportunidades que se abren a las políticas proactivas en CTI.

### 3. El papel de las innovaciones organizacionales

La mayor división del trabajo es uno de los motores de los aumentos de productividad en el largo plazo, en la medida que la especialización dentro de las firmas y entre diferentes firmas permite explotar economías de escala y favorece los procesos de aprendizaje. No obstante, con mayor especialización también se producen asimetrías y conflictos que dificultan la interacción y la comunicación y limitan los aprendizajes y la recombinación de conocimientos situados en diferentes sitios del sistema de innovación. Las innovaciones organizacionales buscan responder a estas dificultades creando nuevos mecanismos de gobernabilidad al interior de las organizaciones y entre organizaciones.

Por lo general, los grandes cambios organizacionales han sido acompañados de cambios tecnológicos e institucionales que se refuerzan mutuamente, impulsando su difusión conjunta. Es así que los métodos japoneses de gestión no habrían alcanzado el grado de difusión que lograron sin los cambios tecnológicos en la microelectrónica. Tampoco hubiera sido posible su difusión sin un marco institucional de relaciones laborales, financiamiento y competencia en que se encastran las distintas organizaciones. La revolución microelectrónica y la aplicación del microprocesador dieron lugar a la creación de nuevas máquinas y herramientas de control numérico e hicieron posible que una misma unidad de control sirviera para distintos tipos de máquinas. Con la revolución microelectrónica, la preparación manual de dichas máquinas fue substituida por instrucciones codificadas, lo que exigió cambios organizacionales; los trabajadores pasaron de puestos rígidos a una mayor rotación de tareas dentro de talleres flexibles. Por su parte, la participación de los trabajadores en las tareas de control de calidad y en programas de mejora continua favoreció el aprendizaje en la organización.

Entre los cambios organizacionales más sobresalientes cabe mencionar: i) la gestión de calidad total (*Total Quality Management*, TQM) que involucra la participación del trabajador en el control de calidad durante la ejecución; ii) los métodos justo a tiempo (*just in time*, JIT) cuya meta es la producción de la cantidad correcta con la calidad correcta en el momento preciso; iii) la autoactivación de los trabajadores ante un problema identificado en la línea y su libertad de parar la línea, y iv) "mejora continua" en reemplazo de la "mejor forma" de la organización,

en la que, si bien la dirección sigue teniendo la responsabilidad de las mejoras de calidad y el manejo de existencias, se le otorga al trabajador mayor responsabilidad en la identificación de las mejoras posibles.

Un aspecto crecientemente importante en lo que se refiere a las innovaciones organizacionales es la posibilidad de una mayor división del trabajo a nivel internacional, y de interactuar con una mayor diversidad de actores por medio de redes. En su forma virtuosa, participar en redes de producción y exportación hacia mercados sofisticados, con tecnologías y controles más exigentes, puede ayudar a construir nuevas capacidades. Pero, al mismo tiempo, la gran fragmentación de tareas que estas redes permiten puede reforzar especializaciones estáticas y trampas de bajo aprendizaje. Las políticas deben estar atentas a la emergencia de un tipo u otro de proceso, y promover redes basadas en círculos virtuosos. No debe olvidarse que el aprendizaje en redes considera no solo la interacción con empresas locales y del exterior, sino también con los agentes locales de I+D, universidades y otros centros de investigación. Una red solo será virtuosa si todos estos actores están presentes en su articulación.

Surge la interrogante sobre cuál es la situación de la innovación organizacional en Iberoamérica. Dada la gran limitación de datos existente, los párrafos siguientes no pretenden realizar una descripción exhaustiva, sino presentar un breve panorama comparativo.

Iberoamérica es un universo heterogéneo, donde las innovaciones organizacionales, internas y externas a las firmas, asumen rasgos diferenciados. Mientras que la organización del trabajo en Europa se caracteriza por modelos flexibles con una alta participación de los trabajadores en el aprendizaje, en los países de América Latina aún predominan formas de organización simple, con alto peso de la jerarquía en la definición de las tareas. España y Portugal, dada su inserción tardía en la Comunidad Europea, solo lograron un grado de adopción parcial e incompleto de las innovaciones organizacionales con respecto al resto de los países de Europa<sup>5</sup>. Un trabajo de Lorenz y Valeyre (2006) muestra cómo España y Portugal presentan patrones de organización del trabajo diferentes a los de los países del norte y el centro de Europa, con menor participación de los trabajadores en el proceso de aprendizaje. Por su

---

<sup>5</sup> La estructura flexible que poseen las firmas de los países centrales parece ser la más adecuada para las innovaciones radicales.

parte, en Portugal las formas de organización tayloristas, caracterizadas por la rigidez en la asignación de tareas y la baja intervención en los aprendizajes, tienen aún un alto peso relativo.

La escasa evidencia disponible para América Latina y el Caribe sugiere que la adopción de innovaciones en la organización del trabajo también ha sido dispar. Un estudio comparativo de la industria metalmecánica en la Argentina, el Brasil, Chile y México muestra que el Brasil y México han sido los países que más han adoptado técnicas JIT/ TQM durante los años noventa. Sin embargo, solo en el caso del Brasil los programas de mejora continua en los equipos de trabajo (*work teams*) han sido adoptados masivamente en la industria metalmecánica. Un elemento esencial, sobre todo en países que poseen una estructura productiva concentrada en industrias intensivas en recursos naturales, es analizar las posibilidades de la innovación organizacional en la agricultura y la agroindustria (el tema se discute en el capítulo III)<sup>6</sup>.

En síntesis, la aceleración del progreso técnico ha sido una constante desde la posguerra y se ha vuelto aún más fuerte desde la aparición de los nuevos paradigmas (como la microelectrónica, la nanotecnología y la biotecnología), algunos de los cuales aún no han revelado plenamente todas sus potencialidades. Es posible que después de la crisis esta tendencia se confirme y que la innovación continúe siendo el aspecto central del crecimiento y la competitividad, como lo enfatizara Schumpeter. El desafío del crecimiento con equidad y sustentabilidad ambiental en los próximos años es, en gran medida, el desafío de implementar políticas de CTI que estimulen la innovación y la orienten a explorar las complementariedades entre esos tres objetivos claves del desarrollo.

---

<sup>6</sup> En los últimos 15 años se registra una gran transmutación de la manera en que se relacionan los productores agrícolas, las industrias de transformación alimentaria y la distribución, como consecuencia del rápido crecimiento y globalización de la gran distribución. Por ejemplo, en los países de América Latina la participación de los supermercados —en sus diversos formatos— pasó de ser, en 1990, solo un nicho del 15% de las ventas minoristas en promedio a cerca del 55% en el año 2002 (Reardon, Timmer Berdegue, 2004). Al mismo tiempo se han incorporado nuevos paquetes tecnológicos —en su mayoría provistos por las grandes industrias de agroquímicos y biotecnología agrícola— junto con nuevas modalidades de división del trabajo, impulsadas por los cambios radicales en las oportunidades de mercado y en las tecnologías de ciertos cultivos. Esos cambios se apoyan en una densa red de capitales y productores de distinto tamaño.

La teoría de la innovación y el crecimiento tuvo avances importantes en las últimas tres décadas. Se ha logrado entender mejor la dinámica del aprendizaje en economías en desarrollo y qué factores se encuentran detrás del *catching up*. No surgen de allí fórmulas simples, pero sí elementos en común en los casos exitosos de convergencia tecnológica y de ingresos entre países desarrollados y en desarrollo: el papel de la interacción y de los mecanismos de coordinación entre agentes; las economías de red que aumentan la velocidad del flujo de bienes, personas y conocimientos; la tendencia a que las posiciones de los países en la economía internacional se congelen en ausencia de políticas activas y los fenómenos de histéresis que crean trampas de bajo aprendizaje y bajo crecimiento. Las fuerzas de la inercia en el aprendizaje y la especialización exigen políticas para superar estos efectos acumulativos. Esas políticas deben estimular el cambio estructural hacia los sectores más dinámicos en lo tecnológico y en la expansión de la demanda.

Los datos comparativos de productividad y de inversiones en I+D muestran que en América Latina ha surgido un rezago creciente en el campo tecnológico desde los años ochenta, y no se ha recuperado el terreno perdido (CEPAL, 2008a). La respuesta de la región no ha sido adecuada a la magnitud del desafío. La brecha tecnológica se amplía y, al mismo tiempo, Iberoamérica tiende a invertir menos recursos en I+D. Las estructuras productivas continúan mostrando un bajo peso de actividades intensivas en tecnología, que difunden el aprendizaje y fortalecen los sistemas nacionales de innovación. En ambos aspectos la región se encuentra en desventaja, a pesar de que España está en una posición mejor que el resto de Iberoamérica.

Junto con las innovaciones tecnológicas, es necesario tener en cuenta el papel cada vez más destacado que asumen las innovaciones organizacionales. Estas pueden convertirse en un instrumento de mejora de la inserción en las cadenas globales de valor y en un canal para que los procesos de aprendizaje mediante interacción se manifiesten (vía “aprendizaje práctico” o *learning by doing* y *learning by interacting*). También aquí la labor de las políticas es clave. La inserción en redes puede dar lugar a círculos viciosos, dada la preferencia de los actores principales por proveedores globales que cuentan con escalas, aprendizajes previos, normas y modernas formas de organización de la producción. Si estas condiciones no están presentes en las economías en desarrollo, predominará un

modelo extensivo de difusión, en el que los países adoptarán parcialmente las innovaciones organizacionales, sin repercusiones mayores sobre los aprendizajes internos a la empresa ni entre proveedores y usuarios.

Es necesario evitar que las disparidades se acentúen aún más. La crisis, de forma paradójica, ofrece una oportunidad en ese sentido. La percepción de los agentes económicos y políticos —externos e internos— se encuentra más receptiva a cambios en la institucionalidad, así como a cambios en la magnitud y los objetivos de la inversión pública. La elevada incertidumbre hace más necesaria la construcción de instituciones que articulen a los agentes y estructuren a los mercados, y hay más grados de libertad en sus diseños. De cómo se usen esos grados de libertad dependerá el dinamismo de la inserción internacional de la región en las próximas décadas.

## Capítulo II

---

---

# **Nuevos paradigmas e innovación: desafíos para las economías de Iberoamérica**

### **A. Introducción**

La emergencia de nuevos paradigmas tecnológicos necesariamente representa un punto de partida estratégico para pensar las políticas de desarrollo del siglo XXI. Las tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC), la nanotecnología y la biotecnología son tecnologías genéricas que afectan a un conjunto amplio de sectores y que, por esa misma razón, pautan los incrementos de productividad y calidad de los bienes y servicios, así como la competitividad internacional del sistema productivo (CEPAL, 2008a y b; Peres y Hilbert, 2009). Ellas son capaces de afectar la dirección del progreso técnico en múltiples sectores y, al mismo tiempo, redefinir los patrones de demanda y, por lo tanto, la estructura del comercio internacional. Así, la construcción de capacidades tecnológicas en los nuevos paradigmas representa una condición necesaria para ingresar en las áreas más dinámicas de la innovación y de más rápida expansión de la demanda interna y externa, con sus correspondientes efectos en el desempeño de las economías iberoamericanas.

Cuando se analizan los impactos de los nuevos paradigmas en las diferentes economías, es importante ver cómo se relacionan con las capacidades tecnológicas y productivas existentes en cada país. Si las capacidades requeridas son complementarias y se desarrollan principalmente a partir de la experiencia y las capacidades construidas en el paradigma anterior, la tendencia predominante será la de consolidar el dominio de mercado de las empresas que ya tienen una presencia en él (*incumbents*). Los líderes del viejo paradigma continuarán en el nuevo, lo que hace más difícil —aunque no imposible— el proceso de reducir distancias (*catching up*) por parte de los rezagados. A la inversa, si los nuevos paradigmas muestran el carácter de “destrucción creadora” al que se refirió Schumpeter, por el que las antiguas capacidades pierden peso en la competitividad de empresas y regiones, entonces los nuevos protagonistas tienen una ventaja sobre los más antiguos. Las empresas que hayan acumulado menos activos en el viejo paradigma probablemente tendrán más incentivos y menos costos para ingresar en el nuevo paradigma y expandir sus actividades.

Un rasgo diferencial de los nuevos paradigmas es su marcada interrelación con la ciencia. Si en el pasado las posibilidades de ganar terreno mediante un saber práctico o una base puramente tecnológica eran importantes, los nuevos paradigmas marcan una fase en que la difusión internacional de tecnología requiere capacidades científicas y tecnológicas de alto nivel. Además, como en los nuevos paradigmas convergen y se refuerzan las bases científicas oriundas de diversas disciplinas, es necesario que esa base tecnológica sea diversificada. La construcción de un ambiente institucional y de políticas de apoyo a la ciencia y la tecnología es, por lo tanto, un componente central de cualquier estrategia de desarrollo. La construcción de instituciones y de un acervo de capital humano en que se unan un alto nivel de especialización con un componente multidisciplinario es necesaria para explotar al máximo el potencial de los nuevos paradigmas. Ese tema será retomado en los próximos capítulos al analizar en detalle el impacto de las TIC en el sector de los servicios y la inclusión social, así como la importancia de la biotecnología en el complejo agroalimentario.

En las próximas secciones se analizan las consecuencias de los distintos paradigmas en las perspectivas de crecimiento de los países de Iberoamérica. Mientras que en la primera sección se examina la difusión

de un paradigma consolidado —el de las tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC)—, la segunda sección se concentra en los potenciales impactos de dos tecnologías que se vislumbran como posibles nuevos paradigmas tecnológicos —la biotecnología y la nanotecnología—, cuyo potencial se manifiesta de forma menos intensa.

## B. Innovación y TIC

### 1. Algunas consideraciones generales sobre el paradigma TIC

Un paradigma tecnológico está asociado al surgimiento progresivo de oportunidades de innovación que generan cambios en las características técnicas fundamentales del dispositivo o los dispositivos a él asociados. Así, los avances en las características técnicas y físicas de semiconductores, microprocesadores, sistemas de almacenamiento, transmisión, aparatos gráficos y visuales definen los principales parámetros sobre los que se desarrolla y difunde el paradigma de las TIC. El paradigma digital surge a inicios de los años setenta con la introducción del microprocesador (Freeman y Louça, 2001), que permitió la manipulación de datos en un circuito integrado de transistores en un solo componente semiconductor, sobre la base del uso del dígito binario, el bit, como método de codificación de información. La digitalización de diversas formas de información, como el texto, el sonido, las imágenes y la voz, ha tenido un profundo impacto en cuatro operaciones básicas: i) la captación y adaptación, es decir, la reproducción de la información de un formato a otro; ii) el cómputo, es decir, su manejo según un procedimiento; iii) el almacenamiento, y iv) la transmisión, en el sentido de reproducir un determinado mensaje de un punto a otro. Estas funciones están estrechamente ligadas entre sí, son interdependientes y componen el sistema tecnológico que se conoce como tecnologías de la información y de las comunicaciones (Peres y Hilbert, 2009)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> La tecnología digital presenta, además, otras ventajas, como la posibilidad de comunicación en tiempo real y de forma multidireccional, es decir de un usuario a otro, de uno a varios, de varios a uno y de varios a varios. Esto, combinado con el hecho de que se maneja un único formato (el bit), ha incrementado drásticamente los volúmenes de información intercambiados, así como la velocidad y el alcance con los que se realiza ese intercambio. La comunicación de varios a varios se logra a través de topologías de red, con externalidades positivas que se logran al aumentar su tamaño. De ahí que el paradigma digital esté orientando la organización de las sociedades y economías en redes de distinta índole y propósito que interactúan en la red de redes: Internet.

En la era digital la sociedad basa sus actividades en el uso intensivo de información y en la generación de conocimiento. Las TIC son tecnologías de propósito general, que pueden utilizarse en todas las actividades que impliquen la gestión de información, desde aquellas orientadas a la producción hasta las de carácter social, centradas en la mejora de la calidad de vida de la población y la formación de capital humano. Esta condición de las TIC es precisamente la característica que posibilita el surgimiento de una nueva fase del proceso evolutivo tecnoeconómico. Las TIC son herramientas que facilitan la innovación, tanto a nivel de procesos como de productos y servicios, y provocan un gran impacto en la productividad, la competitividad y el bienestar de los países, así como en la inclusión social, como se verá en el capítulo III.

Los avances recientes en el paradigma digital se dan en el ámbito de la transmisión, con el surgimiento del protocolo de Internet (Internet Protocol) o IP, que permite la transmisión de datos en una red de paquetes conmutados. La digitalización de señales de voz, audio y video en paquetes de datos comunicados por medio de redes que utilizan tal protocolo está propiciando la convergencia en el sector de las telecomunicaciones. Esta convergencia se da en tres niveles: redes, servicios y equipos terminales. Las redes fijas y móviles están convergiendo en una única plataforma para prestar servicios de forma independiente a la ubicación del usuario, en especial para el acceso a banda ancha. La convergencia de servicios se ha materializado en la oferta de paquetes de multiservicios del tipo triple-pack (televisión por cable, acceso a Internet y telefonía fija) y quadruple-pack (los anteriores más telefonía móvil). Las redes de nueva generación (Next Generation Networks, NGN) basadas en el protocolo IP están viabilizando el acceso a banda ancha de alta velocidad y proveyendo las plataformas facilitadoras de la convergencia de servicios al permitir que distintas aplicaciones se monten sobre una misma red<sup>2</sup>. La convergencia de dispositivos permite que, mediante un mismo equipo, se realicen comunicaciones de voz y datos, además de hacer uso de aplicaciones de

---

<sup>2</sup> Según la definición de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), una NGN es una red basada en paquetes que permite prestar servicios de telecomunicación y en la que se pueden utilizar múltiples tecnologías de transporte de banda ancha propiciadas por la calidad de servicio y en la que las funciones relacionadas con los servicios son independientes de las tecnologías subyacentes relacionadas con el transporte. Permite a los usuarios el acceso sin trabas a redes, proveedores de servicios y servicios de su elección. Soporta movilidad generalizada que permitirá la prestación coherente y ubicua de servicios a los usuarios.

audio y video, entre otras funcionalidades como agendas digitales, juegos, cámaras fotográficas y otros. Esto abre la posibilidad de innumerables innovaciones de productos y servicios, además de nuevos modelos de negocios que permitan aumentar la eficiencia y agregar valor a la oferta de bienes y servicios más allá del sector de las telecomunicaciones.

Al mismo tiempo, la velocidad de Internet es cada vez mayor, lo que permite la prestación de nuevos servicios interactivos y de contenido a los que se puede acceder en cualquier lugar y momento gracias a los avances en la banda ancha móvil. Esto, junto con el desarrollo de nuevos sensores, dispositivos, interfaces y aplicaciones, está impulsando innovaciones que dotarían a Internet de nuevas funcionalidades y abrirían oportunidades para su explotación y la interacción en el mundo digital. Se habilitaría, además, el acceso fácil e inteligente a todo tipo de contenido, incluso en tres dimensiones (3D).

## **2. El paradigma digital: difusión, impacto y avances**

El rápido movimiento de la frontera tecnológica de las TIC hace que la brecha de acceso a estas tecnologías sea un objetivo difícil de encarar ya que, cuando se está avanzando en el cierre de la brecha en una determinada tecnología o servicio, surge una nueva relacionada con una tecnología emergente. En este sentido, es propiamente un blanco móvil. A continuación se abordan tres temas con relación al paradigma digital: el acceso a las nuevas tecnologías, la industria de hardware y la industria de software.

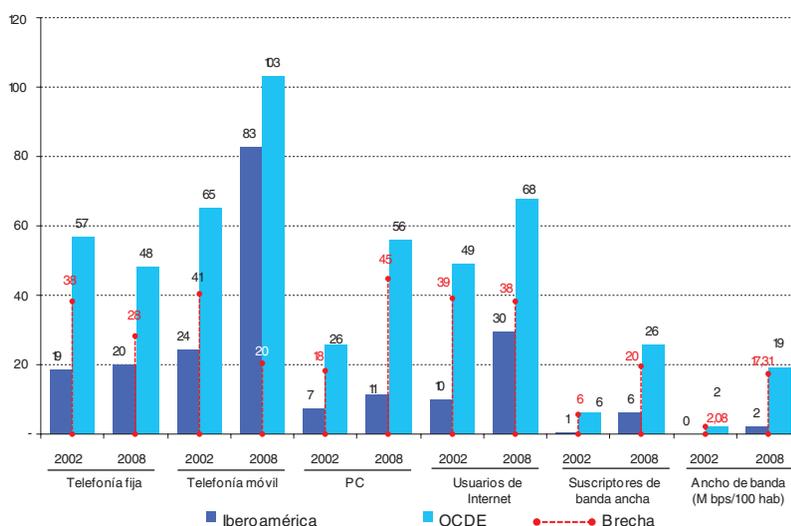
Con respecto al acceso, durante los últimos años los países de Iberoamérica han realizado importantes progresos que han permitido reducir la brecha externa de acceso en los servicios de telefonía fija y sobre todo de telefonía móvil<sup>3</sup>. Sin embargo, estos han sido insuficientes para evitar que se amplíe la distancia en las tecnologías más avanzadas y costosas, como computadoras e Internet de banda ancha. Se observa, incluso, que el aumento significativo de la penetración de Internet no ha sido acompañado de incrementos de la capacidad de ancho de banda internacional, hecho que podría repercutir en la calidad y capacidad del

---

<sup>3</sup> La brecha de acceso internacional se define como la diferencia, en materia de acceso, entre un país y la frontera tecnológica, generalmente aproximada por la situación de los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE).

servicio al limitar las velocidades de conexión (véase el gráfico II.1). El aumento de las brechas de acceso a banda ancha y de capacidad de ancho de banda es preocupante para los países de la región, ya que estas tecnologías determinan el uso y la apropiación que se puede hacer de las TIC.

Gráfico II.1  
GRADO DE PENETRACIÓN DE LAS TIC EN AMÉRICA LATINA Y EL  
CARIBE Y EN PAÍSES DE LA ORGANIZACIÓN DE COOPERACIÓN  
Y DESARROLLO ECONÓMICOS (OCDE), 2002-2008  
(En cantidad por cada 100 habitantes)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Observatorio para la Sociedad de la Información en Latinoamérica y el Caribe (OSILAC), sobre la base de información de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, "World Telecommunication/ICT Indicators Database 2009" [CD-ROM].

Si bien las tasas de penetración de las TIC en la población permiten comparar el grado de difusión del paradigma entre economías con distinto grado de desarrollo, esta aproximación no basta para dimensionar la magnitud del diferencial existente, ya que con estos indicadores únicamente se está considerando el acceso a un determinado servicio sin hacer distinción de las tecnologías asociadas. De esta forma, aun si los países iberoamericanos alcanzaran las mismas tasas de penetración que las economías más desarrolladas, es previsible que se mantenga una brecha en la capacidad de comunicación como resultado de estar accediendo a un servicio con tecnologías más antiguas y, por ende, de

menor capacidad. Como ejemplo, en la región las conexiones a telefonía móvil se logran mayoritariamente mediante tecnologías móviles de 2,5G o 3G, en tanto que en los países más avanzados se logra por medio de tecnologías 3G y superiores<sup>4</sup>.

La convergencia tecnológica se está materializando con la proliferación de ofertas de paquetes de servicios que eliminan las tradicionales fronteras entre distintos mercados de la industria y genera una mayor competencia, que se traduce en menores tarifas y mayor calidad de los servicios, en particular en las áreas de la telefonía móvil y el acceso a Internet de baja velocidad. Durante los últimos años, la cantidad de usuarios de Internet ha crecido sustancialmente, pasando de una tasa del 10% de penetración en 2002 a una del 30% en 2008. Un aumento importante, pero aún distante de los niveles de los países de la OCDE, que registran tasas superiores al 60%. En lo que respecta a la banda ancha, se observa también un fuerte incremento en el número de conexiones; sin embargo, los niveles de penetración de la región son sustancialmente menores que los de países más avanzados. En 2008 la tasa de penetración era del 6% de la población, en comparación con el 26% en los países de la OCDE.

El desarrollo de la banda ancha es uno de los principales segmentos de crecimiento y uno de los mayores retos que enfrenta la región, debido a la cobertura aún muy reducida de las redes en la mayoría de los países, en particular en lo que respecta a la población de menores ingresos o la que vive fuera de las principales ciudades. Además, la banda ancha en la región es más cara y lenta que la de los países desarrollados. Para el conjunto de los países de la OCDE, la tarifa más baja de suscripción mensual de banda ancha en 2008 promediaba los 19 dólares, valor muy similar al de Portugal e inferior al de España, que es de 28 dólares, mientras que en países como México o Chile ese valor llega a 29 y 35 dólares, respectivamente, en 2009. En cuanto a la velocidad de acceso, los países de la OCDE tenían en 2008 una velocidad de descarga de información de 17 Mbps en promedio, en tanto que en los países más avanzados de América Latina esta velocidad

---

<sup>4</sup> En materia de telecomunicaciones, los países de Iberoamérica siguen, a grandes rasgos, las tendencias globales; los servicios de acceso a Internet y telefonía móvil son los principales motores de crecimiento del sector. La telefonía fija registra una significativa desaceleración del crecimiento del número de abonados y, por ende, de sus ingresos. El número de teléfonos fijos en la región se ha mantenido alrededor de una cifra equivalente al 20% de la población, en tanto que la telefonía móvil pasó del 24 % en 2002 al 83% en 2008, o el 19% y el 80% si consideramos únicamente los países de América Latina.

no supera los 2 Mbps, y en España y Portugal la velocidad de descarga es de 9 Mbps y 14 Mbps, respectivamente. Se debe considerar que las velocidades de subida y bajada de datos son diferentes, y que, por lo general, la de subida es significativamente menor, de modo que se constituye en un obstáculo para la realización de actividades de teletrabajo, gobierno electrónico, salud electrónica o educación electrónica, entre otros.

En los países de América Latina la oferta de banda ancha móvil es un motor de expansión para el acceso a este servicio, puesto que facilita el despliegue de redes en zonas remotas en las que, en general, no existe otro tipo de conectividad. El incremento que se observa en las conexiones de este servicio hace prever que, en los próximos años, esta modalidad superará a la fija y será la fuente principal de ingresos de los operadores móviles. Así, con respecto al acceso, se observa en general en la región un ritmo de adaptación desigual y heterogéneo de las TIC en los distintos segmentos de población y sectores productivos, lo que dificulta la creación de complementariedades y encierra implicaciones negativas para la competitividad sistémica de los países (Peres y Hilbert, 2009). Esto merma el impacto de estas tecnologías, de manera que los beneficios resultantes no se alcanzan en todo su potencial. La condición básica para explotar las TIC es, entonces, masificar el acceso y fortalecer las capacidades que permitan producir innovaciones transversales en el conjunto de la economía.

Para la masificación del acceso a Internet de alta velocidad una solución es precisamente la banda ancha móvil. Las innovaciones en la oferta de paquetes de servicio están promoviendo su desarrollo al ofrecer modalidades de consumo prepago y la venta del equipo de acceso junto con la conexión al servicio, tal como aconteció en su momento con la telefonía móvil. Además de las soluciones de mercado, es preciso actualizar los mecanismos de acceso universal, tanto en lo que se refiere a su financiamiento como a sus objetivos y razón de ser. Se debe tener presente que, en muchos de los países de la región, los fondos para este fin aún se orientan a masificar el acceso a la telefonía fija y, en algunos casos, el acceso a Internet. Los centros de acceso compartido a las TIC o telecentros, sean de financiamiento público o privado, han contribuido de manera significativa a facilitar su utilización, por lo que continúan siendo una solución para llegar a los segmentos de la población de menores ingresos. En tal sentido, es necesario concebir proyectos de este tipo

desde una perspectiva de política pública integral, en la que se facilite el acceso, se alfabetice digitalmente a la población y se generen contenidos y aplicaciones que permitan ofrecer servicios de valor agregado de interés para la población.

La incorporación de las TIC en el sector productivo permite reducir los costos de producción, gestión y comercialización y, por lo tanto, reforzar la competitividad. En el área social, son herramientas de inclusión, al mejorar la calidad de la provisión de servicios de educación, salud y gobierno, entre otros, además de ampliar su área de cobertura (véase también el capítulo III). El logro de estos beneficios está sujeto, por un lado, al desarrollo de las TIC propiamente tales y, por otro, a una adecuada incorporación y adaptación de las TIC en estos sectores. Esta distinción es fundamental al encaminar los esfuerzos de los países latinoamericanos en el progreso digital ya que, si bien es difícil para ellos generar innovaciones tecnológicas y abrir nuevos espacios de competitividad en la producción de componentes electrónicos y equipos informáticos y de telecomunicaciones, existen grandes oportunidades y desafíos en materia de adaptación y explotación de las TIC en los sectores productivos y sociales, en la medida que ello requiere la creación de soluciones propias acordes a las necesidades y particularidades locales específicas. De ahí que, para los países latinoamericanos, en lo que se refiere al ámbito de desarrollo de las TIC, el foco sería el despliegue y la masificación en la adopción de nuevas tecnologías, con espacio para la innovación en la incorporación de las TIC en otros sectores.

En los estudios existentes sobre la incidencia del capital de TIC en el crecimiento económico se muestra que su efecto es positivo en todos los países, aunque mayor en los desarrollados. Para el conjunto de la región, la contribución del capital de TIC al incremento del PIB en el período 1989-2004 fue inferior al promedio mundial y al de los países del Grupo de los Siete (G-7)<sup>5</sup> (véase el cuadro II.1).

---

<sup>5</sup> Sobre la base de la metodología de contabilidad del crecimiento.

Cuadro II.1  
CONTRIBUCIÓN DEL CAPITAL TIC AL CRECIMIENTO DEL PIB  
(En porcentajes)

Grupos de países	1989 - 1995	1995 - 2000	2000 - 2004
Mundo (110 economías)	9,6	14,7	11,2
Grupo de los Siete	17,8	25,2	21,6
Países en desarrollo de Asia	1,9	5,6	6,8
No integrantes del grupo de los Siete	6,7	10,7	9,3
América Latina	4,9	14,2	9,3
Europa Oriental	1,4	10,1	6,5
África subsahariana	6,4	7,1	7,2
África septentrional y Oriente Medio	3,8	7,7	9,8

Fuente: W. Peres y M. Hilbert (comps.), "La sociedad de la información en América Latina y el Caribe: desarrollo de las tecnologías y tecnologías para el desarrollo", *Libros de la CEPAL*, N° 98 (LC/G.2363-P), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2009. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.08.II.G.15.

Por otra parte, el efecto de las inversiones en las TIC sobre la productividad es también positivo, aunque menor en la región que en los países desarrollados y de reciente industrialización (Peres y Hilbert, 2009). De ahí que esas tecnologías deban considerarse como un activo complementario a la creación y difusión de conocimiento. Esto significa que las diferencias en la estructura de los sistemas nacionales de innovación y sus correspondientes capacidades para crear y difundir conocimiento son fuentes importantes para explicar la diversidad de los impactos económicos de las TIC en los países (Capasso y Correa, 2007). Más aún, existiría una complementariedad entre todas las variables que componen el vector de conocimiento de un país. En ese marco, un uso más intensivo de las TIC repercute de manera positiva en el crecimiento del PIB, porque incrementa la difusión del conocimiento. La magnitud de esa repercusión depende en gran medida del equilibrio entre las TIC y los demás componentes de dicho vector. La máxima incidencia sobre el conocimiento se produce solamente con una determinada combinación de esas variables, es decir, en su proporción ideal u óptima. En las economías latinoamericanas, un uso de las TIC más intensivo del indicado produce efectos positivos —pero no óptimos— sobre el crecimiento, por la debilidad de las restantes variables del vector de conocimiento.

Así se reafirma la tesis de que el éxito o el fracaso tecnológico pueden explicarse por las características específicas de los sistemas nacionales de innovación, es decir, las instituciones y organizaciones de educación, investigación científica y difusión del conocimiento y su interacción mutua

(Freeman, 1994 y 2001; Cimoli y Dosi, 1995). Los sistemas de innovación bien organizados sirven como motores del progreso técnico, en tanto que los mal organizados pueden inhibir seriamente el desarrollo tecnológico, en una dinámica estrechamente relacionada con la estructura productiva de cada país.

Más allá de la utilización de las TIC y de su impacto, es importante considerar las capacidades productivas de los países de la región en dos de sus segmentos fundamentales: la fabricación de equipo de hardware y la producción de paquetes computacionales (software), ya que estas industrias son esenciales para el desarrollo del paradigma digital.

Los países de Iberoamérica participan de forma marginal en la producción de hardware, pese a que algunos gobiernos han puesto en práctica políticas destinadas a apoyar y acelerar su desarrollo. Esto está directamente relacionado con una débil capacidad de innovación, tanto en general como en particular, en esta materia. Durante el período 2000-2006, la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos (USPTO) concedió más de 343.600 patentes relacionadas con el sector de las TIC, en los rubros de comunicaciones, equipos y software, equipos periféricos y de almacenamiento de información. De este total, los países iberoamericanos contribuyeron con 632 patentes, lo que representa apenas el 0,18% del total. Esta situación dista de la de los países asiáticos, que centraron sus esfuerzos de innovación y producción en estos sectores en los años ochenta y noventa para transformarse en productores de bienes de TIC para el mercado mundial: a China, el Japón y la República de Corea corresponde más del 27% de las patentes en TIC.

Solo unos pocos países de la región latinoamericana, entre los que se destacan el Brasil y México, han logrado ingresar en algunos segmentos del mercado mundial de producción de hardware, aunque con distintos enfoques. México es un destacado exportador de productos ensamblados destinados al mercado estadounidense, en tanto que el Brasil se centra en su mercado interno, al tiempo que también crecen sus exportaciones. En otros países, las actividades de producción de hardware son de menor envergadura y se basan casi de manera exclusiva en el montaje de partes y componentes importados. La realización de actividades con mayor valor agregado y uso más intensivo de tecnología, como la fabricación de semiconductores, exige una competitividad exportadora apoyada

con frecuencia en políticas sectoriales de largo plazo, que resultan imprescindibles siempre que surge un nuevo paradigma tecnológico. Lamentablemente, este tipo de políticas son escasas en la región, a pesar de que el desarrollo de la industria de hardware sería muy deseable por su capacidad de generar empleos altamente calificados y conocimiento para participar en las etapas posteriores de desarrollo y aplicación de las TIC. Sin embargo, la falta de capacidad productiva en este ámbito no implica un mayor obstáculo para la región en cuanto al desarrollo digital, ya que no impide la digitalización de la organización económica y social, pues los equipos necesarios son bienes comerciables en el mercado mundial. La realidad es otra en la industria del software y los servicios relacionados.

El software facilita y formaliza los flujos de información y comunicación entre organizaciones y dentro de las organizaciones de todo tipo, como empresas, hospitales, escuelas y municipios. De este modo, el software, sobre todo el que se orienta a empresas o sectores específicos, representa una herramienta fundamental para el aumento de la productividad y el aprovechamiento del potencial optimizador de procesos de las TIC. Como esos procesos de manejo de datos y comunicaciones determinan el sistema de organización y los mecanismos de coordinación entre las redes internas y externas, las prioridades y la cultura locales deben ser objeto de especial atención en el desarrollo de software propio. En este sentido, adoptar sistemas informáticos desarrollados en economías con distintas necesidades y formas organizativas quizás no sea lo más efectivo.

En la región, el desarrollo de la industria del software y los servicios relacionados se produjo de forma esencialmente espontánea, pues solo hace poco se pusieron en práctica políticas públicas de estímulo al sector. En los últimos años, la evolución de las ventas de software con relación al PIB se mantuvo relativamente estable en la región y las empresas del sector aumentaron gradualmente sus exportaciones, sobre todo hacia otros países del continente. Además, existen interesantes oportunidades más allá del ámbito regional que los países latinoamericanos están aprovechando. La tendencia a la tercerización de actividades que no forman parte del negocio central de las empresas —como la atención al cliente o la creación de software— ha abierto nuevas oportunidades para los países latinoamericanos (CEPAL, 2009), que se han incrementado con la actual crisis económica mundial dado su potencial para la reducción de

costos; en particular los servicios extraterritoriales (*offshore*), cuyo creciente despliegue ha sido facilitado por las TIC al posibilitar su relocalización. Si bien se están dando valiosos avances en este sector, el desafío para dar respuesta a estas oportunidades pasa nuevamente por un tema de capacidades, ya que ello requiere de profesionales altamente calificados cuya formación no está siendo asegurada en los niveles y la cantidad necesarios.

En conclusión, de acuerdo a lo analizado en cuanto al desarrollo de las TIC en sí mismas, la región no se caracteriza por su capacidad de innovación en los sectores de hardware; los países de la región son principalmente tomadores de tecnología. Si bien esto no es una novedad para América Latina —que ha seguido un patrón similar con paradigmas anteriores—, es importante destacar que existe una diferencia fundamental en cuanto al paradigma digital, en el sentido de que la velocidad de adopción de estas tecnologías es más rápida que en el pasado. Se enfrenta un menor rezago en cuanto a la posibilidad de acceder a este tipo de tecnología y sus avances, a lo que contribuyen los progresos que se están logrando en el desarrollo de software. El interrogante entonces es cuál es el uso que los países de la región están haciendo de las TIC y, en particular, de su potencial para la innovación transversal en la economía, de tal forma que puedan constituirse efectivamente en herramientas para la aceleración del desarrollo. Asimismo, es fundamental utilizar todo el potencial, ya demostrado, de estas tecnologías para dinamizar los procesos de crecimiento económico y aumentar la participación de los actores sociales, como se verá al analizar las relaciones entre innovación e inclusión social en el próximo capítulo.

## C. Hacia el surgimiento de nuevos paradigmas: la biotecnología y la nanotecnología

Si bien aún no es claro el rol que desempeñarán la nanotecnología y la biotecnología en la nueva economía del conocimiento, ambas parecen vislumbrarse como tecnologías de gran impacto y alcance, que cruzan todos los sectores de la actividad económica y social de los países. La nanotecnología y la biotecnología se perciben como potenciales paradigmas tecnológicos con una fuerte interpenetración con la base científica, en los que el esfuerzo en materia de investigación y desarrollo es esencial; sin embargo, parecen identificarse algunas diferencias importantes entre estas dos tecnologías.

En la biotecnología hay una estrecha interrelación entre ciencia y tecnología en las diversas áreas. Se identifica un alto grado de convergencia entre ellas y la naturaleza del paradigma parece ser de carácter genérico y transversal, existiendo distintos grados de complementariedad y ruptura con los diferentes senderos tecnológicos. En la nanotecnología, por su parte, la interrelación entre ciencia y tecnología se limita a ciertas áreas, con una acotada convergencia entre las diferentes áreas y disciplinas de la nanotecnología, y se identifica una transversalidad potencial solo con algunas industrias (véase el cuadro II.2).

Por otra parte, la importancia del acceso a instalaciones de investigación y de producción y las capacidades acumuladas explican por qué el desarrollo de la nanotecnología y las empresas especializadas está mucho más concentrado geográficamente que en el caso de la biotecnología: son necesarios la cercanía a centros de excelencia científica y el acceso a plataformas e instalaciones, públicas o privadas (Avenel y otros, 2007). Este es un aspecto que debe tomarse en cuenta al promover estas tecnologías en países en desarrollo, ya que claramente refuerza sus desventajas e impone condiciones mucho más exigentes a la continuidad y magnitud de las políticas y de la inversión.

**Cuadro II.2**  
**BIOTECNOLOGÍA Y NANOTECNOLOGÍA:**  
**CARACTERÍSTICAS MÁS SALIENTES**

	<b>Biotecnología</b>	<b>Nanotecnología</b>
<b>Naturaleza de los paradigmas</b>	Gran interpenetración entre ciencia y tecnología.	Interpenetración entre ciencia y tecnología limitada a ciertas áreas.
	Convergencia entre distintas oleadas de biotecnología.	Convergencia entre nanotecnologías aún limitada.
	Sola o en combinación con otras tecnologías ( <i>enabling technologies</i> ) permite grandes avances de productividad y desempeño.	Rol clave de instrumentación científica en la articulación entre nanotecnologías.
	Carácter genérico y transversal.	Transversalidad potencial con industrias que hacen uso de materiales orgánicos e inorgánicos.
	Distintos grados de complementariedad y ruptura de los senderos tecnológicos.	Gran dependencia del sendero tecnológico, específica al sector de aplicación.
<b>Trayectorias</b>	Industria farmacéutica: competencia y coexistencia entre paradigmas nuevos y trayectorias preexistentes.	
	Agroindustria e insumos industriales: convergencia entre paradigmas nuevos y trayectorias preexistentes; paquetes tecnológicos.	Gran convergencia entre el nuevo paradigma nanotecnológico y trayectorias tecnológicas preexistentes (materiales, electrónica, química). Convergencia potencial con la biotecnología.
<b>Infraestructura crítica</b>	Infraestructura de ciencia y tecnología genéricas.	Infraestructura y equipamiento costoso y específico para las aplicaciones industriales.
<b>Organización industrial</b>	Empresas especializadas en biotecnología como interface entre el sector académico y las grandes empresas.	Concentración en grandes grupos diversificados.
	Oligopolio estratificado en el sector biofarmacéutico, concentración en la agroindustria y los insumos industriales.	Empresas especializadas en nanotecnología con estrategias de integración de la cadena de valor
<b>Forma de coordinación</b>	Alianzas, redes público-privadas, aglomeraciones productivas ( <i>clusters</i> ), mercados de conocimiento en ciencia y tecnología basados en derechos de propiedad intelectual.	Alianzas público-privadas y aglomeraciones productivas ( <i>clusters</i> ) con "grandes usuarios" en el marco de programas nacionales vinculados a usos militares y civiles.

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

A continuación se identifican las principales tendencias en materia de nano y biotecnología, así como las capacidades de los países de la región y la importancia de las políticas científico-tecnológicas para el desarrollo de estas tecnologías.

## 1. La biotecnología: principales tendencias y sectores en la innovación

En su acepción más general, la biotecnología se define como la aplicación de la ciencia y la tecnología a organismos vivos, plantas, productos y sus modelos, modificando materiales vivos y no vivos para la producción de conocimientos, bienes y servicios. En su acepción moderna se define por el uso de células, moléculas y procesos genéticos en la producción de bienes y servicios, a partir de un conjunto de técnicas aplicables a diversos campos productivos y de servicios, en constante desarrollo sobre la base de los avances científicos que las sustentan (van Beuzekom y Arundel, 2006; OCDE, 2005).

El desarrollo productivo y comercial de la moderna biotecnología lleva poco más de 30 años. La primera empresa biotecnológica, Genentech, surgió en los Estados Unidos en 1976 e inauguró el uso de herramientas basadas en el ADN recombinante para el desarrollo de nuevas drogas medicinales<sup>6</sup>. En el tiempo transcurrido, si bien la moderna biotecnología no cumplió todas las expectativas planteadas en su comienzo y mostró una gran concentración en pocos países (los Estados Unidos en primer lugar) y pocos sectores (salud humana, fundamentalmente), ha pasado a ser considerada como una de las más poderosas tecnologías facilitadoras (*enabling technologies*) del siglo XXI. Su trascendencia puede apreciarse en la magnitud de las ventas biotecnológicas, que en 2003 fueron de 90.000 millones de dólares en el conjunto de los países de la OCDE (OCDE, 2006).

La trayectoria tecnológica en biotecnología tiene muchas características en común con las TIC y con la nanotecnología: fuerte interrelación con la base científica e impactos sistémicos que se propagan a un diversificado conjunto de sectores, por ser una tecnología de uso genérico y transversal. Además, la base multidisciplinaria, de recombinación e integración de los conocimientos científicos y tecnológicos —en continuo desarrollo— incluye una amplia variedad de especialidades, como la biología molecular, la microbiología, la bioquímica, la química, la ingeniería y los recientes avances de la biociencia.

<sup>6</sup> El ácido desoxirribonucleico o ADN es una macromolécula que forma parte de todas las células y que contiene la información genética usada en el desarrollo y el funcionamiento de los organismos vivos. Es, además, responsable de su transmisión hereditaria. El ADN recombinante es una molécula de ADN formada por la recombinación de fragmentos de ADN de orígenes diferentes.

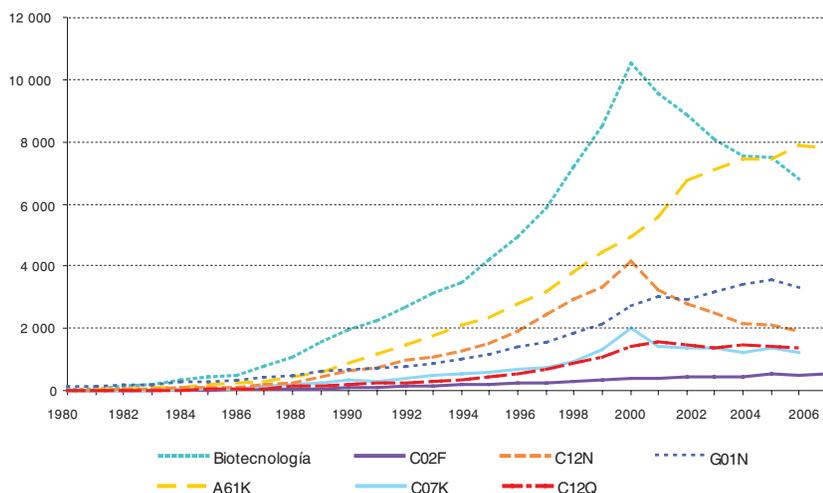
Los Estados Unidos es el país que lidera los adelantos productivos y tecnológicos de la moderna biotecnología, ocupando el primer lugar en el campo de la salud humana, la genética de semillas y la biotecnología industrial, sectores que se cuentan entre los más dinámicos de la economía y alcanzan en conjunto el 3% del PIB. Le siguen en importancia el Canadá, Alemania, Francia, el Reino Unido y Dinamarca (los países europeos son líderes en la producción de enzimas), mientras que el Japón y algunos países emergentes (China, la India y otros países de Asia y el Pacífico) comienzan a jugar un rol destacado en estos mercados (Comisión Europea, 2007; OCDE, 2006).

Las empresas biotecnológicas se encuentran entre las más innovadoras del conjunto de las empresas industriales mundiales; su tasa de investigación y desarrollo con relación a las ventas (25%) es cinco veces mayor que el promedio de las empresas industriales. El dinamismo de la innovación se refleja en el hecho de que, entre 1991 y 2002, la tasa anual de crecimiento de las patentes biotecnológicas registradas en la Oficina Europea de Patentes (EPO) fue un 8%, superior a la del total de patentes, que alcanzó el 5,7% (van Beuzekom y Arundel, 2006). Esta evolución, en especial durante el período 1995-2000, estuvo asociada al flujo de patentamiento derivado de los logros alcanzados en el Proyecto sobre diversidad del genoma humano<sup>7</sup>. En los años siguientes el dinamismo se desacelera, en parte debido a reglamentaciones más restrictivas para el patentamiento de material genético, como se evidencia en el gráfico II.2.

---

<sup>7</sup> En 1990 se puso en marcha el consorcio público del Proyecto sobre diversidad del genoma humano. En 2003 se logra describir el mapa del código genético humano, que constituye uno de los mayores descubrimientos científicos de la época actual. La apropiación privada de buena parte de estos resultados (patentamiento de partes del genoma humano) ha levantado numerosas polémicas en el campo de la bioética.

Gráfico II.2  
EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE PATENTES BIOTECNOLÓGICAS  
OTORGADAS, 1980-2006



Fuente: Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), OECD Patent Statistics.

Nota: Estadísticas de patentes para los rubros de la Clasificación internacional de patentes (IPC) a cuatro dígitos asociados a la biotecnología (incluye subrubros no biotecnológicos): A61K: medicinales; C02F: biorremediación; C07K: péptidos; C12N: microorganismos o enzimas; C12Q: medición y pruebas con microorganismos; G01N: análisis con materiales.

En promedio, las patentes biotecnológicas representaban, a mediados de los años noventa, el 9,4% de todas las patentes presentadas bajo el Tratado de cooperación en materia de patentes (PCT); en 2003-2005 descendieron al 5,6%. Los Estados Unidos mantienen su liderazgo en este campo: concentran el 41% del total de patentes biotecnológicas (datos de 2005), seguidos por el Japón (17%), Alemania (7%), el Reino Unido (4,6%), el Canadá (3%) y Francia (3%). Un grupo de países emergentes, representados por el Brasil, China, la Federación de Rusia, la India, Indonesia, y Sudáfrica alcanzó el 2,7% del total de patentes (OCDE, 2008). En su gran mayoría, las patentes pertenecen a grandes multinacionales farmacéuticas. Las áreas de aplicación más importantes fueron la microbiología, la ingeniería genética, la bioquímica, la química orgánica y las ciencias médicas y veterinarias, que en conjunto alcanzaron un 78% del total (Albornoz y Barrere, 2008, datos para el período 2000-2007). Mientras tanto, el escenario en términos de ventajas biotecnológicas reveladas es algo distinto. Los países que muestran mayores ventajas relativas en la moderna biotecnología son, en este orden: Dinamarca,

Singapur, Bélgica, Canadá, Nueva Zelanda, Australia, España y China<sup>8</sup>. Los Estados Unidos ocupan el décimo lugar en esta jerarquía, el Japón, el decimotercero y Alemania el puesto vigesimosegundo (OCDE, 2008a).

La emergencia de este nuevo régimen tecnológico basado en la ciencia fue acompañada de importantes innovaciones institucionales y regulatorias que modelaron y transformaron las relaciones entre la investigación académica, el sector industrial y las formas de apropiación de los nuevos conocimientos (Pisano, 2006; Hopkins y otros, 2007; Coriat y Orsi 2006). A continuación se considera una serie de factores relacionados con la propiedad intelectual y el mercado del conocimiento que afectan las formas de organización de las empresas y el financiamiento. Entre las principales innovaciones institucionales y regulatorias se destacan:

i) La autorización a universidades e instituciones académicas, a partir de la Ley Bayh-Dole de 1980, para patentar los resultados de sus investigaciones financiadas con fondos públicos y transferir estas patentes a empresas (en forma prioritaria a empresas de los Estados Unidos) bajo la forma de licencias exclusivas o la creación de empresas conjuntas (*joint ventures*);

ii) Cambios en el sistema de derechos de propiedad intelectual (DPI) que posibilitan el patentamiento de materia viva —excluida hasta entonces del campo de lo patentable— desde el fallo de la Corte Suprema de los Estados Unidos en el caso *Diamond vs. Chakrabarty* en 1980<sup>9</sup>;

iii) Cambios introducidos en 1984 en la regulaciones financieras —como la creación de un mercado financiero especializado en la mercantilización de los DPI, debido a nuevas reglas establecidas para el NASDAQ<sup>10</sup>—, que autorizaron la entrada en el mercado de capitales a empresas innovadoras cuyos activos fueran sobre todo “intangibles” (básicamente DPI). Surgió así un mercado que pasó a desempeñar un papel complementario al de los capitales de riesgo (*venture capital*), que operan como intermediarios financieros para inversiones de largo plazo

<sup>8</sup> El indicador de ventajas tecnológicas reveladas en biotecnología expresa la participación de las patentes de biotecnología en el total de patentes de un país, en relación con la participación de la biotecnología en el total de patentes a nivel mundial.

<sup>9</sup> Al aceptar el patentamiento de un organismo genéticamente modificado, este fallo abrió las puertas para la mercantilización de conocimientos científicos básicos.

<sup>10</sup> El National Association of Securities Dealers Automated Quotation System (NASDAQ) fue creado en 1971. Con la reforma de los años ochenta, se transformó en un mercado de capitales especializado en la promoción de empresas innovadoras (Coriat y Orsi, 2006).

en empresas nuevas (*start-up*). Además, se modificó la ley de fondos de pensión para permitir la inversión de parte de sus tenencias en acciones y valores tecnológicos de alto riesgo.

En cuanto a los cambios organizacionales de las empresas, en el sector de la salud humana de los Estados Unidos, la configuración institucional incluye los siguientes actores<sup>11</sup>: a) organismos públicos de investigación, que modificaron la orientación de sus investigaciones desdibujando la diferencia entre investigación básica y aplicada, promoviendo el patentamiento de sus resultados y acordando licencias y creando empresas conjuntas con empresas privadas; b) empresas especializadas en biotecnología, conformadas por emprendedores científicos que transforman el conocimiento científico en tecnológico y actúan como interface entre la investigación académica y la innovación industrial (empresas derivadas nacidas en la universidad (*spin-off* universitario) o empresas nuevas (*start-ups*), producto de la privatización de la infraestructura de ciencia y tecnología)<sup>12</sup>, y c) grandes empresas (*incumbents*), parcialmente diversificadas hacia la moderna biotecnología, con activos y capacidades complementarias en actividades productivas, comerciales y regulatorias<sup>13</sup>. Estas últimas empresas no alcanzan a integrar, al menos en una primera fase, todos los conocimientos científicos necesarios para el desarrollo de la moderna biotecnología, debido a la creciente complejidad científica del nuevo paradigma y el funcionamiento por medio de alianzas y redes con las empresas especializadas en biotecnología y los organismos públicos de investigación. En etapas posteriores, implementan estrategias de internalización de la investigación y el desarrollo, absorbiendo buena parte de las empresas especializadas en biotecnología.

La creciente privatización de los avances biotecnológicos podría conducir, sin embargo, a un freno del proceso de investigación y desarrollo. La proliferación de los derechos de propiedad intelectual sobre aspectos parciales y fragmentarios del conocimiento científico corre el riesgo de

---

<sup>11</sup> Véanse Arundel y otros (2006); Hopkins y otros (2007); Orsenigo (1999); Malerba y Orsenigo (2002); Valentin y Jensen (2003); Pisano (2006); Ernst & Young (2008); Trill y Duffield (2002).

<sup>12</sup> Existen distintos tipos de empresas especializadas en biotecnología: empresas especializadas en productos o procesos específicos y empresas especializadas en plataformas tecnológicas (genómica, proteómica, bioinformática), entre otros.

<sup>13</sup> La posibilidad de fragmentar los conocimientos científicos o su grado de modularidad inciden en las estrategias de monetización de la propiedad intelectual, así como en la estructura de mercado. El grado de modularidad varía entre sectores; es más bajo en las industrias agroalimentarias y más alto en las biofarmacéuticas (Valentin y Jensen, 2003).

generar un caso de “tragedia de los anticomunes”, al poner barreras a la difusión de innovaciones complementarias (Heller y Eisenberg, 1998; Pisano, 2006)<sup>14</sup>. También puede sesgar la investigación y el desarrollo hacia sectores que admiten la “privatización” de las innovaciones, en detrimento de estrategias que tomen en cuenta aspectos sistémicos en las capacidades científicas y tecnológicas del país. Considerando los tres sectores principales de difusión de la moderna biotecnología (salud humana, agricultura e industrias de la alimentación), puede afirmarse que el proceso de monetización y financiarización de la propiedad intelectual predomina en el sector de la salud y, en menor medida, en el de las agrobiotecnologías.

Por su parte, las instituciones financieras son fundamentalmente de tres tipos: i) de capital de riesgo (*venture capital*), especializadas en el financiamiento y apoyo a la gestión de la innovación de las empresas especializadas en biotecnología en sus primeras etapas de desarrollo, y que son importantes sobre todo en Alemania, el Canadá y los Estados Unidos, ii) de fondos públicos para la innovación, y iii) inversores financieros en el mercado primario y secundario de acciones<sup>15</sup>.

Así, el paradigma biotecnológico se caracteriza por la acentuada interpenetración entre ciencia y tecnología, la convergencia entre distintas oleadas biotecnológicas, el papel central de los nuevos métodos de investigación que actúan como poderosas tecnologías de apoyo, su carácter genérico y transversal y diversos grados de complementariedad y ruptura con los senderos tecnológicos preexistentes. Es fundamental para su desarrollo una adecuada infraestructura de ciencia y tecnología de carácter genérico. Al mismo tiempo, la estructura de mercado que emerge con el nuevo paradigma muestra el surgimiento de empresas especializadas, la consolidación de mercados oligopólicos en determinadas áreas (biofarmacéuticas, insumos agrícolas e industriales), modalidades

---

<sup>14</sup> Heller y Eisenberg (1998) sostienen que la proliferación de los derechos de propiedad intelectual en las investigaciones biomédicas puede llevar a una subutilización de recursos escasos, debido a que los propietarios de las patentes pueden bloquearse entre sí y configurar una situación de “tragedia de los anticomunes” (parafraseando la metáfora introducida por Garret Harding (1968) para explicar la sobreexplotación de recursos comunes escasos debido a la falta de incentivos privados para su conservación).

<sup>15</sup> En la industria farmacéutica de los Estados Unidos, el Instituto Nacional de Salud (NHI) es el responsable de la mayor parte de los fondos para la investigación básica y la biotecnología, con subsidios de 23.000 millones de dólares anuales.

de coordinación por medio de alianzas y redes público-privadas y la conformación de mercados de conocimiento de ciencia y tecnología basados en los derechos de propiedad intelectual.

## 2. Capacidades de la región en biotecnología

En los últimos años se han generado muchas expectativas acerca de las oportunidades que la moderna biotecnología puede ofrecer a los países en desarrollo. Los desafíos que enfrentan estos países, sin embargo, no son menores. Por una parte, la dinámica de los mercados biotecnológicos —caracterizada por una acelerada concentración de capitales, continuos procesos de fusión y absorción de empresas y estrategias de globalización de las grandes empresas— supone fuertes barreras a la entrada debido a varios factores. Entre ellos se cuentan las estrategias de las empresas transnacionales líderes en biotecnología, en particular sus estrategias en investigación y desarrollo y de expansión geográfica; la magnitud de los esfuerzos requeridos en investigación y desarrollo para el desarrollo de productos y procesos biotecnológicos, los elevados costos y los tiempos necesarios para llegar al mercado<sup>16</sup>; las dificultades para la gestión estratégica de los derechos de propiedad intelectual; el acceso a fuentes de financiamiento y a mercados de capitales especiales; el control y el acceso a activos complementarios productivos, comerciales y regulatorios; y las condiciones regulatorias cambiantes en los mercados mundiales (las regulaciones de seguridad y medio ambiente, los tratados de bioseguridad, el Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC) de la Organización Mundial del Comercio (OMC) y similares, las barreras al comercio), junto con la percepción de la sociedad de los riesgos asociados al consumo de los nuevos productos.

Por otra parte, ya se observó que Iberoamérica está conformada por un conjunto muy heterogéneo de países, tanto con relación a su grado

---

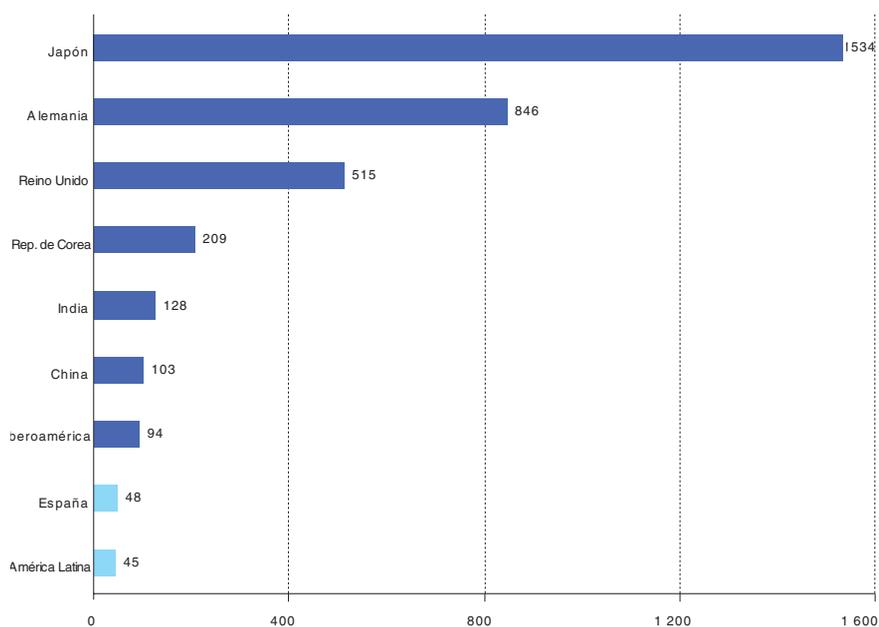
<sup>16</sup> En el caso de una semilla genéticamente modificada, por ejemplo, el proceso tarda de 8 a 10 años desde los inicios de las actividades de investigación y desarrollo hasta su comercialización en los mercados de destino, con una inversión de 100 millones de dólares, de los cuales un 40% corresponde a los costos derivados de las pruebas regulatorias. En el caso de una droga medicinal nueva, el proceso insume de 10 a 12 años, con un costo aproximado de 400 a 800 millones de dólares. En esta área, por cada 5.000 ensayos preclínicos solo cinco compuestos pasan a los ensayos clínicos y solo uno es aprobado por las autoridades regulatorias (Gutman, Lavarello y Roisinblit, 2006).

de desarrollo y a sus perfiles de especialización, como en lo que respecta a sus bases de conocimiento científico y tecnológico y sus contextos institucionales y regulatorios. La difusión de la moderna biotecnología en esta región es aún muy incipiente y solo es significativa en algunos países, en los que impulsa la reestructuración industrial en sus principales sectores de aplicación: salud humana y sistemas agroalimentarios. Con pocas excepciones, estos avances se basan en trayectorias tecnológicas centradas en la adopción y adaptación de tecnologías creadas en países industrializados y, en el caso de América Latina, con una marcada presencia de filiales de grandes empresas multinacionales (Gutman y Lavarello, 2008, 2009a).

La enorme brecha tecnológica existente en el desarrollo de la biotecnología de los países iberoamericanos respecto de la frontera se aprecia en el gráfico II.3, en que se identifica el número de patentes biotecnológicas otorgadas por la Oficina de Patentes de los Estados Unidos a los no residentes para un grupo de países seleccionados durante el período 2004-2008. Si se considera la evolución del nivel de patentamiento en los últimos años, tanto en la República de Corea como en China y la India se observa un aumento sustantivo respecto de años anteriores, lo que pone en evidencia los esfuerzos por impulsar la difusión de la moderna biotecnología siguiendo, en la mayoría de los casos, los patrones tecnológicos imperantes en los líderes mundiales (CEPAL, 2008b).

Las posibilidades de los países de la región de aprovechar oportunidades abiertas por el nuevo paradigma biotecnológico están estrechamente asociadas, junto con los rasgos estructurales mencionados más arriba, a sus capacidades en materia de ciencia y tecnología. También es importante la rapidez con que se generen las necesarias innovaciones institucionales y organizacionales que deben acompañar al nuevo paradigma. Hay un claro rezago tecnológico de los países iberoamericanos en su conjunto frente a la gran ventaja estadounidense y al avance en los mercados biotecnológicos de países emergentes como China y la India. En este contexto, la Argentina, el Brasil, Cuba, España, así como Chile y Colombia, son algunos países de Iberoamérica que, con diferentes estrategias de ciencia y tecnología se destacan por los avances realizados.

Gráfico II.3  
 PATENTES BIOTECNOLÓGICAS OTORGADAS POR LA OFICINA  
 DE PATENTES Y MARCAS DE LOS ESTADOS UNIDOS A NO  
 RESIDENTES, 2004-2008



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Oficina de Patentes de los Estados Unidos (USPTO).

Nota: Las patentes biotecnológicas incluyen las clases de patentes 435 y 800.

En España, el interés por la moderna biotecnología en la comunidad científica se vuelve relevante a comienzos de los años ochenta, en buena medida como correlato de los adelantos realizados en los países líderes en esa área. A mediados de esa década se crea la Sociedad Española de Biotecnología, que coincide con el lanzamiento del Programa Movilizador de Biotecnología (1985) desde el ámbito gubernamental. Después se formula un Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico para el período 1986-1990 —impulsado en gran medida por el Estado— y se establecen las bases para su expansión durante los siguientes 15 años. Las capacidades acumuladas en el sistema nacional de investigación pública sustentaron la conformación de un sistema nacional de innovación biotecnológica e impulsaron el proceso de difusión de la moderna biotecnología, fundamentalmente orientado hacia el área de la salud (medicamentos y vacunas).

A diferencia del modelo estadounidense, los avances en la moderna biotecnología se han asentado, mayoritariamente en la investigación pública y en la acción de organismos y programas públicos, con una baja participación de capitales de riesgo y de empresas nuevas creadas por universitarios (Garcés Toledano, Montero y Vega, 2007; van Beuzekom y Arundel, 2006). Sin embargo, a partir de 2000 comienza a notarse un cambio en la composición del sector, con mayor participación de empresas privadas y otros tipos de financiamiento. Actualmente puede considerarse a España como un país con moderado desarrollo biotecnológico, muy por detrás del líder en la materia (los Estados Unidos) y también de los principales actores de Europa (Alemania, Suiza, Francia), pero que ha logrado un dinamismo importante en el sector<sup>17</sup>.

En el contexto de la gran prioridad otorgada a la salud pública, Cuba se destaca por el temprano desarrollo de la moderna biotecnología como programa público en el área de la salud humana, iniciado en 1981 con la producción de interferón alfa leucocitario. La principal área de desarrollo y aplicación de biotecnología es el sector médico-farmacéutico, aunque también se han construido capacidades y se ha progresado en biotecnología para el agro, los alimentos, la industria y el cuidado del medio ambiente. Cuba se ha convertido en el único país de Iberoamérica que ocupa un lugar destacado en materia de desarrollo de bioterapias farmacéuticas. De los 138 productos bioterapéuticos aprobados en el mundo entre 1989 y 2009, la cantidad producida en Cuba ocupa el noveno lugar, al tiempo que ocupa el cuarto lugar de la lista cuando se considera el tamaño de la población<sup>18</sup>. Entre los resultados más exitosos se encuentran las vacunas contra la meningitis B y la hepatitis B (OCDE, 2009).

Para la biotecnología en su conjunto, el Brasil en primer lugar y después la Argentina son los principales países de América Latina en términos de difusión de la moderna biotecnología, principalmente en las áreas de la salud humana y la producción agropecuaria. Ambos países muestran una masa crítica de investigadores y empresas biotecnológicas que les permitiría insertarse no solo como rápidos difusores de paquetes tecnológicos provenientes del exterior, sino también como creadores de

---

<sup>17</sup> El estudio Innova de Arundel, Crespi y Patel (2008) ubica a España y a Portugal dentro del grupo de países con "bajas capacidades" en biotecnología.

<sup>18</sup> Los productos bioterapéuticos incluyen proteínas que recombinan grandes moléculas, como enzimas, hormonas y anticuerpos monoclonales.

adelantos propios. Sin embargo, como puede apreciarse en el cuadro II.3, durante los años noventa ambos perdieron posiciones frente al avance de otros países, como China o la India, que mostraron un fuerte crecimiento en el número de patentes biotecnológicas otorgadas por la Oficina de Patentes de los Estados Unidos.

En resumen, se observa un rezago muy importante en la región en lo que se refiere a la moderna biotecnología. España y Cuba, sin embargo, se destacan como dos países que han logrado avances notables en áreas específicas y es particularmente significativo el avance cubano en el campo de las aplicaciones a la salud. El Brasil y la Argentina, aunque en menor medida, también han fortalecido las capacidades localizadas. Existen en todos estos países algunos ejemplos interesantes, aunque acotados, de éxito en el desarrollo de la biotecnología en el marco de políticas y esfuerzos continuados de inversión, en que los programas públicos han desempeñado un rol principal. No obstante, el ejemplo de los países emergentes de Asia indica un potencial de progreso que está lejos de haberse logrado en Iberoamérica.

### **3. La nanotecnología: principales tendencias y sectores en la innovación**

La nanotecnología comprende el diseño, la caracterización, la producción y la aplicación de estructuras, dispositivos y sistemas, controlando su forma y tamaño a nanoescala<sup>19</sup>. El interés de la industria radica en que las propiedades de los materiales en la nanoescala son radicalmente diferentes a las de escalas mayores. Si bien su desarrollo se encuentra en una etapa muy temprana, las potencialidades de las nanotecnologías indican elevados rendimientos futuros. Por el momento, las aplicaciones industriales siguen trayectorias incrementales y limitadas a ciertas técnicas de síntesis química a partir de nanopartículas, y a técnicas de ingeniería de precisión de la industria electrónica. No obstante ello, comienza a verificarse un crecimiento sustancial en el nivel de patentamiento desde inicios de los años ochenta, ritmo que se acelera entre el segundo quinquenio de los noventa e inicios del milenio.

---

<sup>19</sup> Un nanómetro (nm) es la millonésima parte de un milímetro. La nanoescala mediría objetos de 1 a 5 nanómetros.

**Cuadro II.3**  
**INDICADORES DE CAPACIDADES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS**  
**EN EL ÁREA DE LA MODERNA BIOTECNOLOGÍA**

	Argentina	Brasil	Chile	Colombia	Cuba	España	Portugal	China	India	Estados Unidos	Japón	Alemania	OCDE
Patentes biotecnológicas Año 2006	4	12	2	2	4	87	5	100	49	3 462	1 214	588	7 523
Patentes biotecnológicas Total acumulado 2000-2006	11	68	8	6	46	383	32	1 578	324	32 168	6 791	6 209	63 410
Publicaciones- 2006	285	990	134	75	56	1 707	302	4 076	1 084	19 876	5 177	4 799	56 580
Investigadores (cantidad)	2 117 <sup>l</sup>	6 844	1 860 <sup>ab</sup>	s/d	s/d	9 991	s/d	s/d	s/d	44 689 <sup>ab</sup>	s/d	s/d	s/d
Empresas especializadas en biotecnología (cantidad)	84 <sup>k</sup>	71	58	10	52 <sup>f</sup>	216	20	136 <sup>d</sup>	96 <sup>d</sup>	1 510	1007 <sup>ah</sup>	495	6 564 <sup>9c</sup>
Salud humana	24%	35%	28%	s/d	s/d	40%	61%	s/d	s/d	65%	s/d	44%	54% <sup>g</sup>
Agropecuaria	64%	23%	40% <sup>l</sup>	s/d	s/d	12%	17%	s/d	s/d	12% <sup>l</sup>	s/d	6%	16% <sup>g</sup>
IAA- Industrial, otros	12%	42%	33%	s/d	s/d	47%	22%	s/d	s/d	23%	s/d	50%	30% <sup>g</sup>
Empresas biotecnológicas Cada 10 millones de habitantes	21,1	3,6	35	2,1	46,2	20	18,7	0,1	0,1	50,5	78,8	60,1	55,9
Índice de aprovechamiento patentes/ publicación	1,4%	1,2%	1,5%	2,7%	7,1%	5,1%	1,7%	2,5%	4,5%	17,4%	23,4%	12,3%	13,3%

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Anuario estadístico de América Latina y el Caribe, 2008* (LC/G.2399-P), Santiago de Chile, 2008; Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), *OECD Factbook*, París, 2009; Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica (CAICYT), "Nanotecnología: tendencias recientes en investigación científica y desarrollo tecnológico (I+D): Argentina en el contexto internacional", 2008; BiotecSur, "Inventario de capacidades biotecnológicas y relevamiento de normas y regulaciones", 2009; F. Garcés Toledano y otros, "Relevancia de la biotecnología en España", Fundación Genoma España, 2007; C. Hernández-Cuevas y P. Valenzuela, "Strategies to capture biotechnology opportunities in Chile", *Electronical Journal of Biotechnology*, vol. 7, N° 2, 2004; B. Van Beuzekom y A. Arundel, *Biotechnology Statistics*, París, OCDE, 2006 y 2009; Ernst & Young, *Beyond Borders, Global Biotechnology Report*, 2008; Jorge Niosi, "Introduction to the Symposium: Universities as a source of commercial Technology", *The Journal of Technology Transfer*, 2006; CORFO, *Biotechnology and Life Science in Chile*, Santiago de Chile, 2007; R. Bisang y otros, (comps.), *Biología y desarrollo. Un modelo para armar en la economía argentina*, Buenos Aires, Prometeo 2006.

Nota: El número de patentes corresponde a las patentes biotecnológicas solicitadas ante la Oficina Europea de Patentes (EPO) en el marco del Tratado de Cooperación en materia de Patentes.

<sup>a</sup> Investigadores en biología, <sup>b</sup> Año 2000, <sup>c</sup> Año 2003, <sup>d</sup> Año 2004, <sup>e</sup> Año 2005. <sup>f</sup> Instituciones que operan en el Polo Biotecnológico de La Habana. <sup>g</sup> Incluye los países miembros para los que se contaba con datos. <sup>h</sup> Total de empresas biotecnológicas. <sup>i</sup> Incluye "Energía y medio ambiente", <sup>j</sup> Incluye aplicaciones en alimentos. <sup>k</sup> Bisang, Gutman y otros, (2006); <sup>l</sup> incluye investigadores y becarios graduados (BiotecSur, 2009).

La nanotecnología involucra procesos de manufactura heterogéneos en términos de grado de adopción, complejidad y efectos posibles sobre la difusión del paradigma.

Por un lado, los procesos que más han sido adoptados son aquellos basados en técnicas descendentes (*top-down*), que se orientan a la fabricación de estructuras muy pequeñas con piezas más grandes de material (un ejemplo de ello es el diseño y la fabricación de nanocircuitos en la superficie de un microchip de silicio). Estas técnicas han sido utilizadas durante años en la industria de semiconductores y reproductores de DVD y CD.

Por otro lado, se han adoptado procesos de manufactura ascendentes (*bottom-up*), que posibilitan la fabricación de estructuras desde la nanoescala, átomo por átomo, molécula por molécula. A excepción de ciertas técnicas —como la producción de nanomateriales a partir de síntesis química, que se encuentra ampliamente difundida—, esta área se encuentra en sus primeros pasos y se limita a la producción de materiales muy rudimentarios<sup>20</sup>.

Si bien las técnicas ascendentes (*bottom-up*) aún no han sido adoptadas de manera masiva, sus potencialidades para la difusión del paradigma son mayores. Sus ventajas están asociadas no solo a las innovaciones de productos, sino también a procesos que originan sustanciales ahorros en costos de energía y desperdicios respecto de las técnicas descendentes (*top-down*). Las técnicas ascendentes presentan una mayor interpenetración con la actividad de investigación y desarrollo, con fuertes repercusiones eventuales de reducción de costos en múltiples industrias. Si estas técnicas se consolidan, podrían sentar las bases de un nuevo paradigma tecnoeconómico<sup>21</sup>.

Otro interrogante con respecto a la dinámica de la innovación en el sector es si el desarrollo de un mercado de conocimiento posibilitará una nueva organización de la investigación y el desarrollo, caracterizada por la división del trabajo entre generadores especializados de tecnología y la producción a escala industrial. Si bien existen diferencias entre países en el grado de entrada de empresas, un estudio econométrico a

<sup>20</sup> En estas técnicas, los átomos o moléculas se ordenan por sí mismos en nuevas estructuras a partir de sus propiedades físicas y químicas (por ejemplo, el autoensamblado de cristales utilizados en las industrias de semiconductores)

<sup>21</sup> La mayor parte de los estudios coincide en señalar que aún existen grandes barreras a la expansión de estas tecnologías a nuevas aplicaciones industriales. Por un lado, hay limitaciones en el desarrollo de modelos que permitan comprender las relaciones entre las funciones y la estructura de los materiales, necesarias para mantener los diseños desde el nivel nano al macroscópico. Por el otro, hay dificultades en el pasaje de la investigación y el desarrollo en el laboratorio a la producción industrial.

partir de una muestra de empresas con actividades en nanociencia y tecnología en Alemania muestra que, hasta 2005, las pyme que contaban con estrategias de derechos de propiedad intelectual no llevaban adelante estrategias de licenciamiento de su tecnología ni de cooperación para la producción y comercialización (Fiedler y Welpé, 2006). Según los autores, esto se explica por la gran incertidumbre, la indefinición de mercados, el desconocimiento de los productos y las dificultades para sus aplicaciones. Esta gran incertidumbre, propia del estadio de difusión del paradigma, se traduce en elevados costos de búsqueda y negociación respecto del reparto de regalías y cláusulas contingentes en los contratos, que desincentivan el establecimiento de acuerdos de cooperación para las actividades de fabricación y comercialización. Por el contrario, la estrategia dominante entre las empresas con desarrollos propios patentados es la entrada en el mercado como fabricante, mediante el fortalecimiento de sus propias capacidades.

Los programas públicos de apoyo a estas nuevas tecnologías han sido fundamentales para el desarrollo de las nanotecnologías, incluyendo el financiamiento público de la investigación y el desarrollo. Esta es una lección valiosa a tener en cuenta por los países que aspiran a acortar distancias en tecnología. Si —desde un punto de vista estrictamente técnico— las potencialidades de la nanociencia y tecnología se manifestaron a inicios de los años ochenta con la fabricación de herramientas sofisticadas como el microscopio con escáner en túnel, las inversiones masivas en ellas obtuvieron un fuerte impulso gracias a los grandes programas públicos implementados por los gobiernos de los países desarrollados desde inicios del milenio.

Europa posee una importante base de conocimientos en nanociencia, pero muestra limitaciones en la articulación entre ciencia y tecnología. A diferencia de los Estados Unidos, no cuenta con un programa europeo de nanotecnología, coordinado y centralizado en función de prioridades comunes. Mientras que en los Estados Unidos más de dos tercios del financiamiento se asigna mediante la iniciativa nacional de nanotecnología (National Nanotechnology Initiative, NNI), bajo los auspicios de un programa federal, en Europa la mayor parte del financiamiento corresponde a programas nacionales y regionales de los países miembros (Comisión Europea, 2004). En los sucesivos planes de la Comisión Europea se implementaron acciones para intentar resolver estas falencias (Comisión Europea, 2007). Tales planes han

combinado el impulso al desarrollo de infraestructura común y polos de excelencia, programas educativos y planes de movilidad y formación de investigadores<sup>22</sup>. Además, se ha hecho más hincapié en satisfacer las necesidades de la industria en materia de investigación y desarrollo mediante los programas estratégicos de investigación de las plataformas tecnológicas europeas<sup>23</sup>.

En resumen, el desarrollo de las nanotecnologías está asociado sobre todo a los grandes programas gubernamentales y a la expansión de trayectorias previas de grandes empresas, en que los productos nanotecnológicos se integran en las cadenas de valor como un insumo o componente. La importancia de la acumulación de capacidades en las principales tecnologías preexistentes redundando en claras barreras a la entrada. Así pues, no se verifica un proceso de destrucción creadora de capacidades en que las empresas líderes son desplazadas por competidores más dinámicos que aprovechan el nuevo paradigma. A diferencia de lo que ocurre en la biotecnología, por el momento estas oportunidades no se expresan en el desarrollo de mercados de conocimiento. Esto se explica, por un lado, por la marcada incertidumbre técnica y regulatoria propia de la fase inicial del paradigma y, por otro, por la ausencia de grandes rupturas asociadas a innovaciones radicales de productos finales que despierten el interés de los inversores institucionales.

#### **4. Capacidades en el área de la nanotecnología en la región**

Los Estados Unidos, la Unión Europea y el Japón son titulares del 85% de las patentes aplicadas a nivel internacional en nanotecnología, lo que muestra un grado de concentración mayor que en el caso de la biotecnología (56,6%). Frente a la considerable inversión pública y a la importancia de la base de conocimientos de ciencia y tecnología de los países de la tríada, es muy fuerte el rezago de los países de Iberoamérica. En el cuadro II.4 se presenta un conjunto de indicadores comparativos de las capacidades en nanociencia y tecnología para los países de la región.

---

<sup>22</sup> Este es el caso de las plataformas tecnológicas europeas y los proyectos de investigación y desarrollo en colaboración, sobre todo las redes de excelencia (como Nanoquanta y NanoLife).

<sup>23</sup> Algunos programas recientes han apoyado la elaboración de planes de trabajo enfocados en aplicaciones industriales (por ejemplo, de nanomateriales), buscándose una amplia difusión de los resultados en la industria europea (por ejemplo, NanoRoadSME y NanoRoadMap). Esta actividad ha reforzado el trabajo realizado por las plataformas tecnológicas europeas (véase Comisión Europea, 2007).

A Iberoamérica corresponde el 7,02% de las publicaciones en el área de la nanociencia mundiales y solo el 0,72% de las patentes internacionales otorgadas entre 2004 y 2006.

**Cuadro II.4**  
**FINANCIAMIENTO A LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO Y**  
**CAPACIDADES EN NANOCIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
**EN PAÍSES DE IBEROAMÉRICA**

	España	Portugal	Brasil	México	Argentina	Chile	Cuba
Financiamiento público de nanociencia y tecnología 2005 (millones de dólares)	50	0,6	27 – 40	12,4	2	10	n/d
Investigadores en nanociencia	2195	s/d	358	s/d	300	s/d	n/d
Publicaciones (2000-2006)	7487	1558	4521	1938	1184	501	268
Porcentaje de publicaciones de nanotecnología mundiales	3	0,62	1,81	0,78	0,47	0,2	0,11
Patentes de titulares PCT (2000-06) mundiales	217	15	45	20	11	9	6
Porcentaje de patentes de nanotecnología mundiales	0,47	0,03	0,10	0,04	0,02	0,02	0,01
Patentes inventores (2000-2006)	n/d	n/d	84	41	46	18	7
Empresas	18	n/d	13	s/d	18	s/d	s/d
Publicación/Investigador	3,4	s/d	12,6	s/d	3,9	s/d	s/d
Grado de aprovechamiento de ciencia y tecnología	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Patentes inventores/Patentes titulares	n/d	n/d	1,9	2,1	4,2	2,0	1,2

Fuente: Kay y Shapira, "Developing nanotechnology in Latin America", *Journal of Nanoparticle Research*, 2009; Estimado sobre la base de Niosi y Raid, "Biotechnology and nanotechnology: science-based enabling technologies as window of opportunity for LDCs?", *World Development*, 2007; I. Malsch, *Nanotechnology in Brazil*, 2008; Presupuesto del FAN actualizado; Comisión Europea, *Towards a European Strategy for Nanotechnology*, Comunicación de la Comisión COM 338, Luxemburgo, 2004; Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica (CAICYT), "Nanotecnología: tendencias recientes en investigación científica y desarrollo tecnológico (I+D): Argentina en el contexto internacional", 2008.

En la región, los países muestran niveles heterogéneos en cuanto a las capacidades en nanociencia y tecnología y de estímulo a estas actividades por medio de sus programas nacionales de apoyo.

- España —a pesar de que encontrarse rezagada en términos de capacidades en nanociencia y tecnología frente al resto de los países de Europa— constituye un puente entre gran parte de los países de Iberoamérica y las redes internacionales. Partiendo de niveles de financiamiento muy bajos, en los últimos años ha definido estas actividades como área prioritaria junto a otras tecnologías de punta. En el marco del plan estratégico de investigación y desarrollo 2008-2011 se han reestructurado las capacidades existentes en nanociencia y tecnología y se han reagrupado 1.200 científicos diseminados previamente en diversas universidades de centros regionales de excelencia (Martínez, 2008). Como consecuencia de ello, alrededor de estos centros se han creado 18 empresas nanotecnológicas.

- Portugal es el cuarto país en número de patentes y publicaciones de la región. Sus actividades en nanociencia y tecnología se insertan principalmente en una red de cooperación bilateral con España. Recientemente se creó un centro de investigación conjunto de los dos países, el Laboratorio Ibérico Internacional de Nanotecnología, cuyos recursos superan ampliamente el gasto nacional en nanociencia y tecnología.

- El Brasil es el país latinoamericano con mayores posibilidades de aprovechar las oportunidades abiertas por el nuevo paradigma tecnológico, pues combina el gran tamaño de su mercado interno (184 millones de habitantes) con su relativo mayor grado de industrialización y una temprana implementación de un programa nacional en nanociencia y tecnología. La mayor parte de la investigación se realiza en universidades (Campinas y São Paulo) y se articula en redes descentralizadas financiadas por el gobierno federal. Sus 358 investigadores se orientan preferentemente a nanoestructuras (150) y nanobiotecnologías (92). De las 13 empresas existentes, 9 llevan adelante proyectos de nanobiotecnología (Martins y otros, 2007). Si bien es el segundo país de Iberoamérica en cuanto a nivel de patentamiento, se verifica un importante sesgo hacia actividades de investigación básica, que se ve confirmado en la baja relación entre patentes y publicaciones en nanociencia y tecnología.

- México es el tercer país de la región iberoamericana en cantidad de publicaciones y patentes en nanociencia y tecnología. No cuenta con un programa nacional en esta área, pero existen varios proyectos con financiamiento público en nanomateriales, en su mayoría de acuerdo con convenios bilaterales con los Estados Unidos y la Unión Europea. En 2004

existían 3 grupos y 11 universidades con especialización en investigaciones sobre nanomateriales (Malsch, 2004). Desde 2004 sus principales centros de investigación se articulan en una red binacional de colaboración con los Estados Unidos para el desarrollo de sistemas microelectromecánicos (MEMS) y algunos sistemas nanoelectromecánicos (NEMS). Asimismo, la multinacional de productos químicos Clariant decidió construir una planta para la producción de químicos para nanobiomateriales. Diversos autores han señalado que México enfrenta serias falencias en términos de equipamiento, cuya actualización queda limitada a las donaciones puntuales de sus socios extranjeros (Foladori, 2006).

- La Argentina ocupa el quinto lugar en publicaciones y patentamiento en nanociencia y tecnología, y desde 2005 cuenta con un plan estratégico de desarrollo de las micro y nanotecnologías; estas actividades fueron establecidas como prioritarias en el plan de ciencia y tecnología para los próximos 10 años. Fue creada la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN), en cuyo directorio se encuentran el gobierno, los principales institutos con capacidades en nanociencia y tecnología y una empresa estatal de base tecnológica, INVAP. Sin embargo, el conjunto de estas iniciativas no ha sido acompañado hasta el momento por un significativo apoyo presupuestario. El país cuenta con cinco empresas involucradas en nanociencia y tecnología, entre las que se destaca el grupo Tenaris y la empresa estatal INVAP. Existe una estrecha vinculación entre la infraestructura local de ciencia y tecnología y la empresa multinacional Lucent, vinculada al Departamento de Defensa de los Estados Unidos, para el desarrollo de sensores y otros microsistemas más rápidos y seguros. Al igual que México, la Argentina cuenta con serias limitaciones en equipamiento e infraestructura, lo que coloca al país en una posición desventajosa frente a sus socios.

- Detrás de estos cinco países se ubican Chile, Cuba y el Uruguay. Si bien Chile cuenta con diversos grupos de investigación, el número de investigadores no supera la veintena (Foladori y Fuentes, 2007). No obstante, los recursos económicos destinados a estas actividades son importantes, en el marco de la Iniciativa Científica Milenio, financiada por el Banco Mundial, que se basa en el apoyo selectivo a un reducido conjunto de universidades y en la creación de centros de excelencia a partir de las capacidades existentes, que se articulan en acuerdos de cooperación con universidades y centros de investigación extranjeros.

Por su parte, como Cuba es uno de los países de la región en que se han acumulado importantes capacidades en el área de la biotecnología, existe un potencial interesante de desarrollo de la nanobiotecnología.

Frente a las enormes brechas en sus capacidades tecnológicas, los gobiernos latinoamericanos, como los de México, la Argentina y Chile, buscan insertarse en las redes globales de nanociencia y tecnología. Un pequeño grupo de científicos e ingenieros nacionales puede así llevar a cabo sus investigaciones de acuerdo con programas de cooperación internacional<sup>24</sup>. Según un estudio realizado sobre la base de una metodología de redes, la producción de nanociencia de Iberoamérica se articula directa o indirectamente con la de dos países líderes en la materia (Estados Unidos y Alemania) (CAICYT, 2008)<sup>25</sup>.

El desarrollo de la nanotecnología —cuyas aplicaciones van desde la industria textil hasta la medicina regenerativa— enfrenta grandes obstáculos derivados de los costos de los equipos para la investigación y de la falta de personal calificado. Además, requiere del trabajo conjunto de ingenieros, académicos y empresarios. En este contexto, el desarrollo institucional y de la política pública cumple un papel fundamental. Un ejemplo es la reciente conformación del primer centro internacional de investigación en este ámbito: el Laboratorio Ibérico Internacional de Nanotecnología (INL) en Braga, Portugal. Esta iniciativa, que se espera que esté totalmente operativa a mediados de 2010, es el resultado del esfuerzo de los Gobiernos de España y Portugal. Su objetivo es construir un polo de excelencia de investigación aplicada en nanotecnología, capaz de aumentar la competitividad y fomentar la creación de empleo calificado mediante de la constitución de nuevas empresas y el desarrollo de un modelo de relaciones entre el INL, los gobiernos, las empresas y las

---

<sup>24</sup> Estas redes son jerarquizadas y asimétricas; unos pocos países ocupan un rol nodal. En materia de nanociencias, los Estados Unidos ocupan el papel central en la red global de colaboraciones científicas, tanto por ser el país que cuenta con más publicaciones en el tema —12.703 artículos en 2006— como por ser el principal articulador de relaciones de colaboración con otros países con una producción importante en este campo (el Japón, Alemania y China).

<sup>25</sup> El Brasil y México se vinculan directamente con los Estados Unidos. Por su parte, España y Portugal se articulan directamente con Alemania. El resto de los países con una menor producción científica se vincula indirectamente: Argentina, Chile, la República Bolivariana de Venezuela y Uruguay por medio de España. Colombia y Cuba, por su parte, se vinculan a la red por medio del Brasil, país que se establece, junto con España, como centro emergente en la región (CAICYT, 2008).

universidades. A partir de esta actividad, se espera generar economías de escala que faciliten el financiamiento del instrumental y el equipamiento, y fortalecer las capacidades científico-tecnológicas de esos países en materia de nanotecnología. También se prevé que, al concluir este proyecto de cooperación transfronteriza, la Península Ibérica disponga de una infraestructura científica y tecnológica internacionalmente competitiva en el área, que aumente la eficiencia de sus empresas, universidades y centros tecnológicos, así como la creación y supervivencia de las empresas derivadas (*spin-offs*) de base tecnológica y la formación de tecnólogos en nanociencias.

En suma, en todos los países de la región, existe un bajo grado de aprovechamiento de las oportunidades científicas en nuevas invenciones patentadas. En ciertos casos esto resulta de la participación de investigadores de la región en actividades que dan lugar a patentes de titularidad extrarregional. En particular, cabe destacar que en la Argentina, por cada patente obtenida por un titular argentino, existen más de cuatro inventores argentinos que participan en patentes extranjeras. Esta situación pone en evidencia un marcado proceso de absorción de conocimiento de nanociencia y tecnología por parte de aquellos países —y empresas— que ocupan una posición jerarquizada en las redes globales. Ante las deficiencias de la política de ciencia y tecnología en la articulación estratégica de la oferta y la demanda tecnológica, se fortalecen formas de inserción asimétrica en las redes internacionales de ciencia y tecnología, que representan una pérdida cuantiosa de oportunidades a partir de capacidades latinoamericanas.

Una de las conclusiones más sobresalientes del presente capítulo es que se identifican factores interrelacionados que tienen una fuerte incidencia en el desarrollo de los nuevos paradigmas en los diversos países. En primer lugar, las evidencias permiten ver sin lugar a dudas el rol estratégico que desempeñó el sector público en la promoción de las nuevas tecnologías. Este rol se fundamentó en grandes programas de inversión en capacidades “de frontera”, en la formación de recursos humanos altamente capacitados, en la consolidación de disciplinas científicas asociadas a los nuevos paradigmas, en la promoción de los institutos de ciencia y tecnología y en la articulación entre los agentes públicos y privados. Dicha articulación no es nada trivial en un área en que los riesgos tecnológicos y de mercado son tan elevados como en los nuevos paradigmas. Los grandes programas de financiamiento público fueron un punto de partida muy importante en los países líderes; el caso de los Estados

Unidos es muy claro en ese sentido, así como el esfuerzo creciente de Europa por construir sus propios programas. En segundo lugar, les cupo a las políticas el papel de definir reglas claras de juego con relación a los derechos de propiedad intelectual, así como permitir que empresas innovadoras, cuyos activos son intangibles, tengan acceso al financiamiento en condiciones similares a las empresas en sectores ya consolidados. La capacidad de los distintos gobiernos de impulsar las innovaciones legales y organizacionales requeridas por los nuevos paradigmas fue un factor importante para la innovación.

Si bien Iberoamérica tiene pocas posibilidades de ingresar en la producción de hardware para TIC, ha logrado formar capacidades en software, junto con una gran capacidad de difundir y adoptar la tecnología digital. En materia de acceso a la tecnología digital, es preciso modernizar la regulación del sector de las telecomunicaciones. Entre las reformas necesarias se encontraría la actualización de regímenes regulatorios para facilitar la adopción de tecnologías convergentes, como las redes de nueva generación (Next Generation Networks). Un tema relevante es la masificación del acceso a Internet de alta velocidad, y una solución es la banda ancha móvil, ya que facilita el despliegue de redes en zonas remotas donde en general no existe otro tipo de conectividad. Es necesario, además, concebir proyectos en los que se alfabetice digitalmente a la población y se generen contenidos y aplicaciones que permitan ofrecer servicios de mayor valor agregado. Los proyectos en esta materia deben abordarse con una estrategia nacional de sociedad de la información que contemple la producción de software y aplicaciones para la incorporación de estas tecnologías en los distintos sectores de la economía.

En el caso de la biotecnología y la nanotecnología, en los últimos años varios países de Iberoamérica han puesto en marcha iniciativas nacionales de apoyo a la moderna biotecnología y, en algunos casos, a la nanotecnología, pero los bajos niveles de inversión en ciencia y tecnología y en investigación y desarrollo son una barrera al desarrollo de estas actividades. Hay algunos ejemplos exitosos - sobre todo en España y Cuba, en especial en el área de la salud - que muestran que las barreras a la innovación no son infranqueables. La formación de capacidades locales es posible en el marco de programas que tengan continuidad en el tiempo. A la vez, es vital que la región participe en redes mundiales de investigación para mantenerse en la frontera. Sin embargo, al formular estrategias de construcción de capacidades es necesario no perder de vista el riesgo de que los científicos sean captados por las actividades, los objetivos y las estrategias de las empresas y los países desarrollados.

## Capítulo III

---

---

### **Hacia una innovación más inclusiva: nuevos espacios para la implementación de políticas**

Uno de los argumentos centrales planteados en este documento es que la innovación, orientada por políticas públicas permanentes en el tiempo, es capaz de lograr avances simultáneos hacia varios objetivos: competitividad, inclusión y sustentabilidad. A continuación se analizan casos específicos de éxitos y fracasos en la búsqueda de tales objetivos, ejemplos de los que se pueden extraer enseñanzas de interés para la región. El foco del estudio apunta a la innovación en materia de producción y gestión en algunos sectores de la economía (como los servicios, la agricultura, la energía y las industrias creativas), y con respecto a ciertos temas específicos (inclusión social y cambio climático), que inciden significativamente en los objetivos mencionados. No todos los casos bajo estudio tienen la misma gravitación o importancia en la economía de la región ni son todos los casos reproducibles en los distintos países, dada la diversidad de sus marcos institucionales y de sus constelaciones políticas y sociales. No obstante, cada uno de los ejemplos presentados

contiene una lección útil, que puede servir de base para una reflexión más general sobre las formas de articular la innovación con los procesos de desarrollo. Ciertos elementos comunes a las experiencias exitosas pueden ser rescatados para fundamentar un debate más amplio en torno a la innovación y el crecimiento en Iberoamérica.

Este capítulo consta de cinco secciones. En la primera se aborda el sector de los servicios, cuyo peso creciente en todas las economías, así como el poderoso efecto que han tenido en él las tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC), lo han transformado en un campo de enorme importancia estratégica. Se analizan distintos tipos de servicios y las posibles formas de mejorar la inserción de la región con respecto a cada uno de ellos. La segunda sección está dedicada a las industrias creativas. Estas se caracterizan no solo por un amplio potencial de innovación (en la medida en que las TIC están modificando profundamente sus formas de funcionamiento), sino también por una capacidad de generación de empleo e ingresos que podría ser rápidamente multiplicada. Se argumenta que es necesario prestar atención a este tipo de industrias cuando se piensa en estrategias de diversificación productiva.

En la tercera sección se examina el sector agroindustrial. Este ha sido una de las bases de competitividad más importantes de la región latinoamericana (sobre todo en América del Sur), y recientemente las oportunidades de innovación en el sector se han ampliado de modo considerable, tanto en materia de tecnología como de diseño institucional. En esta sección se subraya, por una parte, la necesidad de incorporar progresivamente a los pequeños agricultores en la innovación y, por la otra, el papel que cabe al cambio institucional para lograr ese objetivo.

Los temas abordados en la cuarta sección son el cambio climático y el sector energético, siendo sin duda este último uno de los principales protagonistas en el debate sobre la sostenibilidad ambiental, ya que de él proviene gran parte de las emisiones de gases con efecto invernadero. El análisis se complementa con un estudio específico sobre el cambio climático. Además de examinar las repercusiones de la producción energética en el crecimiento y el medio ambiente se revisan casos de éxito y de relativo fracaso de las políticas encaminadas a promover la difusión de tecnologías limpias en Iberoamérica. Los casos que han tenido positivos resultados, como el de la energía eólica en España, del etanol en el Brasil

y de los calentadores solares en Barbados, exhiben elementos comunes que pueden ayudar a diseñar políticas para el sector, ya que muestran que la innovación y el crecimiento no son necesariamente enemigos de la preservación. Por su parte, el ejemplo de la electrificación rural en México a partir del uso de tecnologías limpias, como células fotovoltaicas y energía hidráulica en pequeña escala, es una muestra de la incidencia social que pueden tener innovaciones de este tipo en materia energética.

En la última sección se estudia la innovación orientada a la inclusión social. En una región caracterizada, entre otros rasgos distintivos, por la desigualdad de ingresos y oportunidades es difícil no exagerar la importancia estratégica de estimular la innovación que apunte a este objetivo. Se sugiere que las posibilidades que se abren son muy amplias y que es factible definir senderos de crecimiento alternativos. Se examinan dos de estos, los cuales de hecho pueden verse como tipos ideales que, en la práctica (dependiendo del país y de las circunstancias específicas), es posible que aparezcan juntos, en combinaciones diferentes. En uno de ellos la inclusión social, la competitividad y el crecimiento marchan por carriles separados, ya que la innovación se centra en los sectores que ofrecen ventajas comparativas tradicionales (como disponibilidad de recursos naturales o mano de obra barata), mientras que, paralelamente, se transfieren recursos hacia los sectores más pobres para reducir la falta de equidad. En el otro camino, la innovación apunta a lograr una mayor diversificación de la economía, de manera tal que la inclusión social emerja como resultado del propio crecimiento y de la transformación de la estructura productiva y del empleo. La elección y los modos de combinación de estos senderos son, sin duda, temas de un debate estratégico de la mayor importancia, que deberá ser profundizado por los responsables de la formulación de políticas en las próximas décadas.

## A. Innovación y servicios modernos, turísticos y financieros: retos y oportunidades

En la economía contemporánea los servicios han adquirido creciente importancia, tanto por sus magnitudes en el conjunto de la actividad económica como por el hecho de que en su producción y gestión se introducen innovaciones que repercuten en la eficiencia y competitividad del resto de la economía. De hecho, los servicios son insumos esenciales en muchas actividades y desempeñan un papel central en la dinámica del

crecimiento económico y la productividad al posibilitar el mejoramiento de la intermediación financiera, la infraestructura, el uso de las TIC, la educación, la salud y el aparato público. En la actualidad, los servicios representan alrededor de dos tercios del producto interno bruto (PIB) en los países desarrollados y cerca de la mitad de este en las economías en desarrollo. En términos de empleo, en tanto, el sector de los servicios absorbe un 70% de los trabajadores en los países desarrollados, pero solo un tercio de la mano de obra en las economías emergentes. En América Latina la situación sería intermedia (CEPAL, 2007b). Entre 1990 y 2007, en la economía mundial en su conjunto, el comercio transfronterizo de servicios se ha triplicado con creces y el acervo de inversión extranjera directa (IED) se ha decuplicado ampliamente al pasar de 947.000 millones de dólares a 10 billones de dólares (UNCTAD, 2009). En 2007, los servicios representaban el 64% del acervo de IED a nivel mundial.

El gran avance del sector de los servicios, principalmente en las economías desarrolladas, se debe a dos factores principales. En primer lugar figura la necesidad de reducir costos mediante la transferencia de actividades accesorias a terceros. Con el aumento de la oferta de servicios vía subcontratación, las empresas han concentrado sus esfuerzos y recursos en su negocio principal, lo que ha posibilitado un incremento importante de la especialización. El segundo factor es el incremento de la capacidad de los proveedores para entregar a otras empresas nuevos servicios, mejores y más especializados que los que estas producían para sí mismas. Por lo tanto, la subcontratación ha permitido acceder a insumos de mejor calidad que aquellos de los que las empresas podrían autoabastecerse. Como resultado, estos servicios han adquirido un carácter estratégico, ya que han estimulado el desarrollo de otros sectores, tanto manufactureros como de servicios, así como también la capacidad de atracción de IED.

Asimismo, los servicios, en particular los que requieren uso intensivo de conocimiento, se han convertido en agentes centrales de la innovación en otros sectores y en los sistemas nacionales de innovación. En este contexto, muchas empresas de servicios han desarrollado o adaptado innovaciones tecnológicas y de carácter gerencial o empresarial para sus clientes, con lo que contribuyen a la difusión de las mejores prácticas en el ámbito económico en el que se desenvuelven.

Ante la necesidad de mejorar sus productos y procesos, las empresas ya no se limitan al espacio de la economía doméstica para obtener los servicios que requieren y, por ende, la internacionalización de los servicios es crecientemente importante. Las empresas los subcontratan o los compran en otros países, motivadas por las ventajas competitivas, tendencia conocida como deslocalización (*offshoring*) de servicios empresariales. Los orígenes de esta tendencia se encuentran en el avance de las TIC —mediante las cuales las empresas pueden superar las barreras entre la oferta y la demanda que impone la distancia geográfica—, las poderosas presiones competitivas que exigen reducir costos y mejorar la productividad, y los progresos en la liberalización del comercio de dichos servicios (CEPAL, 2007b).

Como resultado de innovadoras aplicaciones de las TIC, el espectro y el alcance de los servicios empresariales son considerables y se encuentran en constante expansión (CEPAL, 2009). De ese modo, los servicios se vuelven cada vez más transables y la posibilidad de subcontratarlos o comprarlos en el extranjero es ahora extremadamente amplia. A fines de los años ochenta y comienzos de los noventa, los servicios se trasladaron al cliente —en particular, operaciones de gestión interna (*back office*)—, pero más adelante la gama de servicios se expandió para incluir prestaciones profesionales, diseño de software, servicios financieros y otras actividades con uso intensivo de capital humano.

En Iberoamérica, la innovación en el sector de los servicios presenta realidades diferentes. En América Latina y el Caribe las principales innovaciones se dieron por la conjunción de políticas de desregulación y privatización, en tanto que en la Península Ibérica, aunque las dinámicas fueron similares, los desafíos de la integración europea determinaron en gran parte los esfuerzos públicos y privados en este plano. Más aún, muchas de las principales empresas de servicios de España y, en menor medida, de Portugal, pusieron en práctica activos procesos de internacionalización, dirigidos principalmente hacia América Latina, como una estrategia para ganar tamaño y experiencia que les permitiría enfrentar los desafíos de la competencia en Europa. De hecho, en España se logró acortar parcialmente la distancia que separaba el país de la frontera tecnológica internacional, en tanto que algunas de las empresas nacionales lograron liderazgo global en actividades como ingeniería y

construcción, desarrollo inmobiliario, turismo y prestación de servicios públicos. Esta dinámica no se ha dado con la misma intensidad en los países latinoamericanos.

A continuación se presenta un panorama general de la posición de Iberoamérica en los mercados internacionales de servicios, con especial atención a las actividades basadas en el uso intensivo de conocimiento y que incorporan las innovaciones más notables. A modo de ejemplo se examinan los servicios empresariales a distancia, el turismo y los servicios financieros, básicamente bancarios.

## **1. Servicios innovadores en una economía globalizada**

Como una forma de estimar las dimensiones de este fenómeno e identificar las actividades que hacen uso intensivo de conocimiento e incorporan las innovaciones más importantes, el análisis se ha centrado en aquellas que se transan internacionalmente. En este sentido, los denominados “Otros servicios” —entre los que se cuentan los servicios empresariales y profesionales, la investigación y desarrollo (I+D), los programas y servicios informáticos, el asesoramiento legal, la construcción, la arquitectura, la ingeniería, la medicina y la publicidad—, permiten una buena aproximación a este fenómeno<sup>1</sup>. Naturalmente, las actividades consideradas son de naturaleza muy heterogénea en lo que respecta a los actores participantes, la morfología de los mercados, las exigencias en materia de tecnología y conocimiento, y sus vinculaciones con otras actividades. Sin embargo, tienen un aspecto en común: el hecho de que la difusión de las TIC ha facilitado la exportación de servicios e incrementado la posibilidad de transarlos, lo que permite a las empresas subcontratar a los proveedores que ofrezcan la mejor relación calidad-precio en cualquier parte del mundo. Este proceso ha sido clave para explicar la expansión del comercio de servicios prestados a las empresas y su creciente especialización e inserción en las cadenas de valor (CEPAL, 2009; CEPAL, 2007b; López, Ramos y Torre, 2008).

Los principales mercados para este tipo de servicios son los países desarrollados, que tienen una participación de más del 75% de las

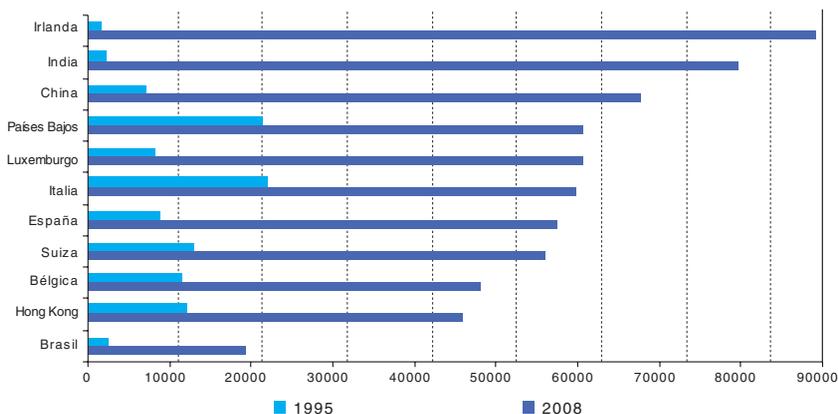
---

<sup>1</sup> La partida “Otros servicios” es una categoría contable elaborada a partir de la quinta edición del Manual de balanza de pagos del Fondo Monetario Internacional (FMI). “Otros servicios” comprende el total de los servicios, menos el transporte y los viajes (turismo).

importaciones mundiales. Si bien la mayor parte del comercio de estos servicios se realiza entre economías industrializadas, varios países en desarrollo han conseguido penetrar en el mercado mundial gracias a políticas activas combinadas con la disponibilidad de recursos humanos calificados a un costo relativamente reducido (véase el gráfico III.1). En la actualidad, luego de experimentar crecimientos notables, países asiáticos como China e India son particularmente activos en esta categoría de actividades debido a que disponen de gran abundancia de mano de obra, parte de ella con altas calificaciones. En el caso de América Latina, el Brasil y, en menor medida, la Argentina, también están participando, aunque de manera más acotada que los gigantes asiáticos (véase el gráfico III.2). Por su parte, en la Península Ibérica, en particular en España, este comercio ha tenido un incremento significativo, lo que contrasta con la situación que se ha dado en América Latina. De hecho, entre 1995 y 2008 la participación de las exportaciones de “Otros servicios” procedentes de América Latina en el mercado mundial se redujo, mientras que la correspondiente a la Península Ibérica aumentó de 2,3% a 3,4% (véase el gráfico III.2).

En el espacio iberoamericano existe una gran heterogeneidad encubierta. Por una parte, subyacente tras el menor dinamismo de América Latina hay un contraste entre la vitalidad relativa del Mercado Común del Sur (MERCOSUR), —en particular del Brasil y la Argentina—, y el sostenido estancamiento de la Comunidad Andina, Centroamérica y México. De hecho, en 1995 México y el Brasil compartían el liderazgo subregional con similares niveles de exportación de “Otros servicios”; sin embargo, en 2008 México no solo perdió esa posición, sino que quedó muy rezagado con respecto al Brasil. Por otra parte, la Península Ibérica, gracias al buen desempeño de España como país exportador, ha logrado situarse en una posición expectante (véanse los gráficos III.2 y III.3). Prueba de esto es que en la actualidad España ocupa el séptimo lugar entre los mayores exportadores de “Otros servicios” a nivel mundial, resultado de un notable crecimiento (de casi un 40% anual entre 1995 y 2008), solo un poco inferior al registrado por líderes globales como Irlanda, India y China (véase el gráfico III.1).

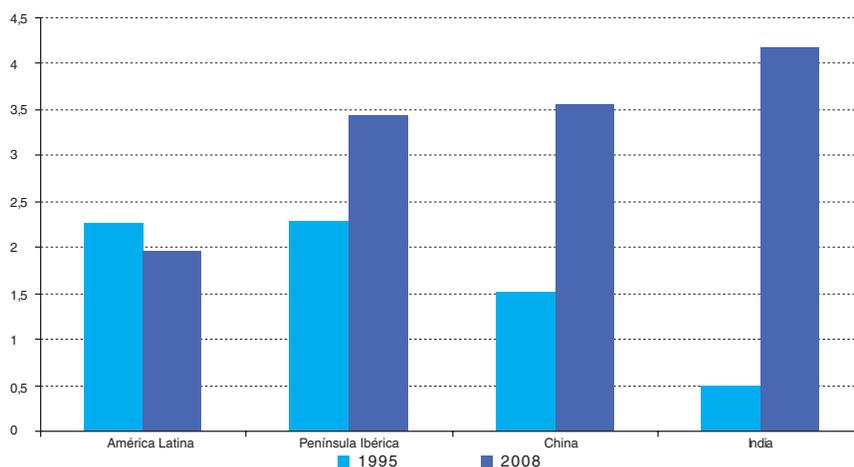
Gráfico III.1  
 PRINCIPALES PAÍSES EXPORTADORES DE SERVICIOS  
 MODERNOS 1995-2008  
 (En millones de dólares)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Fondo Monetario Internacional (FMI), "Balance of Payments Statistics (BOP) database" [en línea] <http://www.imfstatistics.org/bop/>.

Nota: Se entiende por servicios modernos la partida contable "Otros servicios" de la balanza de pagos.

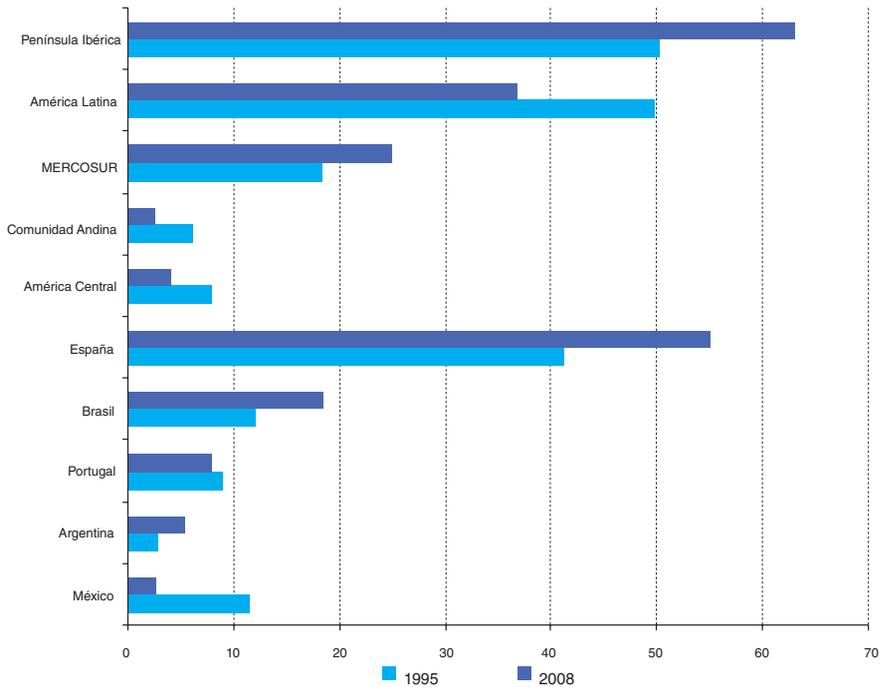
Gráfico III.2  
 PARTICIPACIÓN DE AMÉRICA LATINA, LA PENÍNSULA IBÉRICA,  
 CHINA E INDIA EN LAS EXPORTACIONES MUNDIALES DE  
 SERVICIOS MODERNOS, 1995-2008  
 (En porcentajes)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Fondo Monetario Internacional (FMI), "Balance of Payments Statistics (BOP) database" [en línea] <http://www.imfstatistics.org/bop/>.

Nota: Se entiende por servicios modernos la partida contable "Otros servicios" de la balanza de pagos.

Gráfico III.3  
 PARTICIPACIÓN EN EL TOTAL DE LAS EXPORTACIONES  
 IBEROAMERICANAS DE SERVICIOS MODERNOS  
 (En porcentajes)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Fondo Monetario Internacional (FMI), "Balance of Payments Statistics (BOP) database" [en línea] <http://www.imfstatistics.org/bop/>.

Nota: Se entiende por servicios modernos la partida contable "Otros servicios" de la balanza de pagos.

En la actualidad, los países latinoamericanos que registran las mayores exportaciones de servicios modernos son el Brasil, la Argentina, México, Chile y Costa Rica. Entre 1995 y 2008, los que mostraron las más altas tasas de crecimiento en estos rubros fueron la Argentina, Costa Rica y el Brasil, seguidos a gran distancia por Panamá, el Estado Plurinacional de Bolivia, el Perú y Chile.

El caso del Brasil resulta particularmente interesante. Entre las exportaciones de "Otros servicios", el segmento más dinámico ha sido el de "Otros servicios empresariales", en particular de arquitectura e ingeniería, instalación y mantenimiento de oficinas y servicios de profesionales independientes. Los principales mercados para las

exportaciones brasileñas son los Estados Unidos y la Unión Europea, en tanto que América del Sur también está ganando importancia. No obstante, las estadísticas no reflejan algunas nuevas tendencias en las exportaciones de servicios. Cabe mencionar, en especial, el surgimiento de nuevas estrategias de internacionalización —ya sea mediante exportaciones o IED— puestas en práctica por un número significativo de empresas brasileñas.

Un análisis más profundo de las exportaciones de servicios del Brasil sugiere que las tendencias recientes están determinadas por tres procesos. En primer lugar, la internacionalización de las empresas brasileñas y de la demanda conexas de servicios de apoyo, que crea incentivos para la expansión de las ventas transfronterizas de servicios. Esta categoría abarca servicios financieros, TIC, logística y consultoría. En segundo término, Brasil tiene algunos segmentos que gozan de ventajas competitivas derivadas de aspectos específicos de la evolución reciente de la economía local. Tal es el caso de las TIC (gestión de gobierno, finanzas y juegos, otros), ingeniería y construcción, ingeniería aeronáutica y servicios biotecnológicos, servicios médicos y venta de franquicias. En tercer lugar están los nichos de mercado en los que empresas brasileñas han desarrollado habilidades y ofrecen modelos de negocio más rentables que los de sus competidores de países desarrollados. En esta última categoría estarían los servicios de desarrollo de proyectos e infraestructura, transporte aéreo, software y servicios vinculados a las TIC, entre otros (Valls, Sennes y Mulder, 2009).

Uno de los segmentos más importantes de las exportaciones brasileñas de servicios modernos es el de la ingeniería y la construcción. En esta industria, el Brasil posee empresas con fuerte presencia internacional, surgidas en el contexto de la industrialización y la mejoría de infraestructura que caracterizó la segunda mitad del siglo XX. Las empresas brasileñas han logrado consolidarse internacionalmente gracias a algunas ventajas competitivas, como la combinación de capacidad técnica, flexibilidad y bajos costos, la posibilidad de operar en entornos regulados y con economías inestables, además de una identidad cultural y lingüística con países en los que la demanda de infraestructura es alta. Sin embargo, la participación del Brasil en el comercio global de servicios de construcción sigue siendo reducida (1,4% de las ventas totales del mercado mundial). En 2009, dos empresas brasileñas de

ingeniería y construcción han figurado entre las mayores de este rubro a nivel internacional: Norberto Odebrecht (lugar 34) y Constructora Andrade Gutierrez (lugar 115) (ENR, 2009). Esta situación contrasta con la experiencia de las empresas constructoras de la Península Ibérica, caso en el que actualmente, luego de un intenso proceso de concentración, un pequeño grupo de grandes empresas españolas domina prácticamente todos los segmentos de la industria, lideradas por el Grupo ACS, el Grupo Ferrovial, Acciona, Sacyr Vallehermoso y Obrascón, Huarte y Lain (OHL), que se han transformado en líderes globales<sup>2</sup>.

El Brasil ofrece asimismo experiencias especialmente relevantes en cuanto a exportaciones de servicios sustentadas en una ventaja competitiva en nichos de mercado específicos, tales como la medicina, algunas áreas de las finanzas y las TIC. En esencia, las exportaciones de servicios médicos corresponden a dos tipos de diagnósticos a distancia realizados en Brasil —análisis de muestras médicas y servicios de teleradiología—, y al turismo médico. Este segundo rubro comprende los servicios médicos relacionados con diagnóstico y cirugía para extranjeros (que abarcan cirugía plástica y trasplantes de órganos), incluidos los viajes de ida y vuelta al Brasil. De hecho, varios hospitales brasileños de alto estándar tienen actualmente asignado cerca de un tercio de su capacidad a clientes extranjeros, además de contar con personal bilingüe en inglés y español.

Entre las actividades más dinámicas en el período reciente figuran los servicios empresariales a distancia, aunque la posición que ocupa América Latina en esta industria es aún relativamente baja<sup>3</sup>. De hecho, la participación de la región en el total de los servicios profesionales y de

<sup>2</sup> Como resultado de la consolidación empresarial, en respuesta a la saturación del mercado ibérico y anticipándose al enfriamiento del mercado inmobiliario, las empresas desplegaron innovadoras estrategias para diversificar riesgos. Por una parte, profundizaron la expansión internacional de su actividad principal, para lo cual combinaron operaciones en mercados emergentes, como los de América Latina y Europa oriental, con actividades en países industrializados, básicamente en la Unión Europea y los Estados Unidos. Por la otra, comenzaron a diversificarse mediante la inclusión de actividades estrechamente vinculadas a la construcción y con buenas expectativas de crecimiento a mediano y largo plazo, tales como la energía eléctrica. En este ámbito, las empresas españolas han implementado nuevas soluciones no convencionales en materia de energía renovable, sobre todo eólica, y también para la desalinización de agua, temas que se profundizan más adelante en este capítulo.

<sup>3</sup> Un espectro cada vez más amplio de actividades consideradas servicios empresariales se está realizando a distancia (*offshoring*): servicios de centros de contacto, procesos de negocios (*business processes*), servicios de tecnologías de la información (TI), y servicios de análisis intensivos en conocimiento. Todas estas actividades tienen en común el uso

negocios —que incluyen consultorías sobre gestión, relaciones públicas, I+D, realización de pruebas, publicidad, construcción, arquitectura e ingeniería, servicios jurídicos y equipos de apoyo—, es de un 7%. No obstante, la región ofrece ventajas para los servicios empresariales a distancia, entre las que se cuentan la proximidad geográfica y cultural con los Estados Unidos, una conveniente zona horaria y la existencia de destinos con niveles de riesgo relativamente reducidos desde los puntos de vista político, económico y natural, aspectos que proveen una buena cobertura alternativa, así como activos tecnológicos, capacidades laborales y menores tasas de rotación, lo que aumenta la seguridad en operaciones que implican transferencia de conocimientos, además de capacidades multilingües y mercados establecidos. Estas condiciones son especialmente favorables en los casos de México, Centroamérica y la República Dominicana.

En Centroamérica y la República Dominicana existe un número importante de personas que habla inglés fluidamente y, si bien constituyen una fracción pequeña de la población, su disponibilidad permite la creación de centros más grandes que los que se pueden establecer en la mayoría de los países angloparlantes del Caribe. En los últimos años, el número de personas bilingües ha aumentado gracias a los esfuerzos educacionales y al retorno de ciudadanos que han trabajado o estudiado en los Estados Unidos. Además, la expansión de la comunidad hispana en los Estados Unidos y de los mercados de América Latina y España ha creado una demanda de operadores de habla hispana que beneficia a estos países, situados en la intersección entre el norte y el sur. Los gobiernos han apoyado activamente la inversión extranjera directa y la mayoría de ellos ha adoptado, en particular, medidas para promover el sector de los servicios empresariales a distancia. De hecho, cuando la industria de la confección comenzó a verse afectada por la competencia de China y otros destinos asiáticos, en especial desde 2001 en adelante, los países centroamericanos y la República Dominicana realizaron esfuerzos con vistas a diversificar sus economías, y la industria de servicios empresariales a distancia se convirtió en uno de sus principales objetivos. Asimismo, el Tratado de Libre Comercio entre los Estados Unidos, Centroamérica y la República

de las TIC, que hacen posible superar las barreras de la distancia entre la demanda y la oferta de mano de obra.

Dominicana (CAFTA-RD) ha contribuido a incrementar el atractivo de estos países para el despliegue de operaciones de servicios empresariales a distancia dirigidas a clientes de los Estados Unidos.

En Centroamérica el mercado más maduro para los servicios empresariales a distancia es el de Costa Rica, cuyas actividades han escalado gradualmente hacia niveles con mayor valor agregado. Esta industria ha mostrado allí un crecimiento continuo y proporciona actualmente unos 23.500 empleos directos, de los cuales un 58% corresponde a centros de contacto. Los salarios medios del sector exportador de servicios son los más altos de la industria de exportación y ocupa una fuerza laboral que comprende a muchos profesionales y técnicos jóvenes, bilingües y altamente adaptables. Las empresas que generaron más empleo, tanto en términos absolutos como de tasa de crecimiento, fueron los servicios financieros, los de informática y actividades conexas, y los relacionados con servicios de apoyo a actividades empresariales. En Costa Rica existe una demanda insatisfecha de trabajadores capacitados en el área de elaboración de programas informáticos. Esto puede desalentar a nuevas empresas que pretendan prestar servicios con mayor valor agregado y que requieran trabajadores con un alto nivel de calificación. En Panamá y la República Dominicana también se ha registrado un considerable incremento de estas actividades, aún muy concentradas en centros de llamados y otras funciones sencillas de externalización de procesos y servicios empresariales (*business process outsourcing - BPO*).

En México se encuentra la segunda industria más grande de centros de llamados de la región y el país domina el mercado de servicios al cliente de la comunidad hispana de los Estados Unidos (ATKearney, 2007). En las zonas fronterizas se ubican, en particular, empresas de externalización de servicios empresariales, como ACS y Genpact. Del mismo modo, de acuerdo con los términos del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), el comercio de servicios con los Estados Unidos es más expedito que con otros países puesto que el manejo de determinados problemas de seguridad y transferencia de datos es menos complicado y las visas no constituyen una barrera para el flujo de profesionales y expertos en servicios de tecnología de la información (Karamouzis y otros, 2007). En México también existe un número considerable de instalaciones de investigación y desarrollo de alcance global en empresas que cuentan asimismo con operaciones en el país. Por otra parte, el gobierno enfrenta el

reto de desarrollar y mantener las habilidades y capacidades de la fuerza de trabajo para poder competir, sobre todo con países como China y la India, que superan con creces a los latinoamericanos en lo que respecta a la relación entre nivel de capacitación y costo de la fuerza de trabajo.

En el Brasil, como en México, la oferta de servicios empresariales a distancia es muy amplia. A pesar de que estas actividades son relativamente recientes, y aunque la proporción de los servicios que se exporta es comparativamente limitada, representan una gran parte del total de las exportaciones de servicios de la región. Parte del atractivo de ambos países para la implementación de operaciones a distancia radica en sus grandes mercados locales y en la fortaleza de su sector industrial. La amplia presencia de empresas transnacionales en múltiples industrias contribuyó al establecimiento de centros de servicios dentro de las empresas (*in-house*) —para realizar funciones de ingeniería e I+D, entre otras—, sedes regionales y centros de servicios compartidos, así como a la creación de empresas de externalización que atienden simultáneamente a clientes locales y globales. Asimismo, la existencia de grandes fabricantes de equipos de TIC en ambos países ayudó a la generación de una adecuada masa crítica de ingenieros y otros profesionales que pueden ser reclutados por la industria de servicios de información y comunicaciones.

En otros países de América del Sur la actividad se ha centrado en segmentos específicos de esta industria, seleccionados sobre la base de sus ventajas competitivas específicas. En la Argentina las empresas se han desempeñado bien, tanto en áreas en las que los costos son un factor crítico (por ejemplo, los centros de llamados), como en las que requieren mayor formación (las industrias de tecnologías de la información, entre otras). En Chile se ha adoptado un enfoque de aglomeración productiva (*cluster*) para la creación de una industria de servicios globales, que en la actualidad incluye operaciones en centros de servicios compartidos, diseño de software y externalización de procesos de conocimiento (*knowledge process outsourcing* - KPO). En el Uruguay la actividad se ha centrado en la industria del software, pero se ha ampliado para incluir los servicios, en especial desde que la empresa india Tata Consultancy Services (TCS) estableció un centro mundial de servicios en 2005.

En la mayoría de los países de América Latina se han adoptado medidas específicas para el fomento de esta industria, junto con políticas

horizontales relacionadas con el ambiente de negocios, la promoción de la imagen país y otras iniciativas en tal sentido. Las más comunes se enmarcan en dos categorías: instrumentos tributarios y zonas francas, por una parte, e iniciativas para el desarrollo de capacidades, por la otra. De hecho, uno de los principales cuellos de botella para la expansión del sector de los servicios a distancia en América Latina se relaciona con la disponibilidad de recursos humanos debidamente calificados. Esta realidad plantea grandes desafíos a los principales actores de la industria en la región. En este ámbito es necesario ampliar y mejorar las capacidades, especializarse en segmentos en los que los países cuentan con ventajas comparativas, actuar colectivamente en los procesos de comercialización y promoción de la región, facilitar la integración de las operaciones regionales, fomentar el desarrollo empresarial local y orientarse hacia segmentos con mayor valor agregado y mayores capacidades (CEPAL, 2009).

## **2. Servicios turísticos: soluciones innovadoras para acceder a los circuitos internacionales**

Es difícil definir claramente el sector del turismo<sup>4</sup>. Esto se debe a que comprende diversas actividades que van desde el alojamiento, el transporte y el entretenimiento hasta la construcción, la agricultura y las telecomunicaciones, todo lo cual configura una compleja cadena de valor. A diferencia de la gran mayoría de las actividades económicas, el turismo depende de una ubicación determinada, sea esta un escenario natural o un lugar con considerable contenido cultural. Además, esta actividad no se limita a unas pocas localizaciones en el mundo, sino que abarca muchos países, independientemente de su ubicación y tamaño. En la práctica, su acentuada dispersión geográfica hace que la cadena de valor sea efectivamente global. De este modo, la industria del turismo se ha visto beneficiada por el proceso de globalización y se ha convertido en uno de los sectores más internacionalizados de la economía mundial.

La innovación en el sector del turismo se encuentra estrechamente ligada al uso de las TIC, que han revolucionado la forma en que opera el sector al introducir cambios en sus procesos, productos y formas de

---

<sup>4</sup> De acuerdo con la Organización Mundial del Turismo (OMT), se entiende por turismo todas las actividades que realizan las personas que viajan a algún lugar fuera de su entorno habitual por un tiempo inferior a un año, por motivos de ocio, diversión, vacaciones, visita a familiares o amigos, negocios u otros.

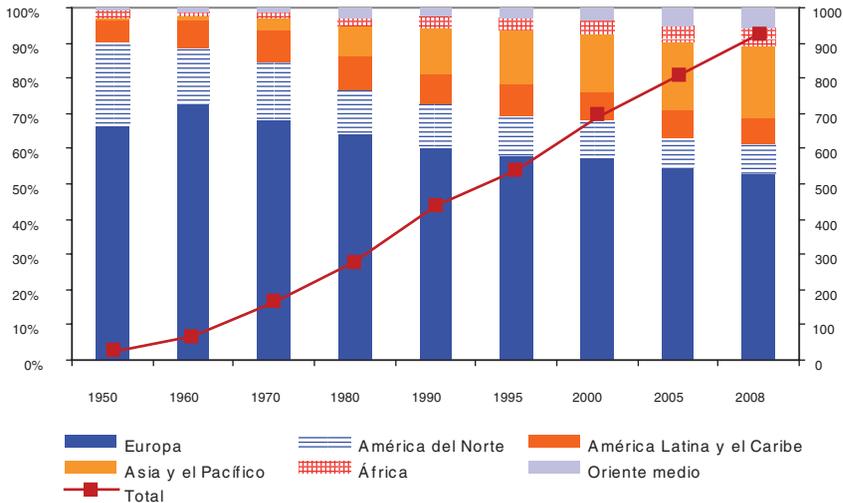
organización. La irrupción de las TIC ha contribuido al incremento de la productividad y la competitividad de la industria y también a hacer más accesibles los servicios turísticos —reserva de pasajes aéreos y de habitaciones de hotel, entre otros— a los potenciales viajeros. Internet ha transformado de manera drástica la industria del turismo internacional al reducir la distancia entre los clientes y los proveedores de servicios turísticos<sup>5</sup>. Este proceso ha contribuido a que hoy sea posible satisfacer las crecientemente complejas exigencias de los viajeros mediante una oferta de alternativas que van más allá de las soluciones predeterminadas y rígidas. Asimismo, el uso de las TIC ha contribuido al surgimiento de pequeñas y medianas empresas (pymes) turísticas que, a pesar de estar muy dispersas, han podido integrarse plenamente a la industria una vez superados los problemas de escala y de acceso a la información. A lo anterior se han asociado las innovaciones financieras, como el generalizado uso de las tarjetas de crédito y la proliferación de los cajeros automáticos, cambios que han facilitado los viajes y el acceso a dinero en efectivo en el exterior, reducido los costos de transacción y simplificado el cambio de divisas (OCDE, 2008b).

En este contexto, los viajes internacionales han aumentado de manera explosiva, de 25 millones en 1950 a más de 922 millones en 2008 (véase el gráfico III.4). Además, el surgimiento de nuevos destinos turísticos alternativos, en particular en países con economías emergentes, ha permitido extender los posibles beneficios de la industria a prácticamente todo el mundo. A pesar de que los principales destinos históricos (Francia, España, los Estados Unidos, Italia, el Reino Unido y Alemania) han mantenido su atractivo, algunas economías emergentes se han beneficiado de las transformaciones del mercado y ahora ocupan posiciones de privilegio, destacándose los casos de China, Malasia y Tailandia en Asia y de México en América Latina (véase el gráfico III.5).

---

<sup>5</sup> A mediados del siglo XX, las grandes empresas aéreas empezaron a desarrollar herramientas computacionales para hacer reservaciones mediante sistemas informatizados (Computer Reservation Systems, CRS). Desde principios de los años setenta, debido básicamente a los requerimientos de las agencias de viajes que debían acceder a los diversos CRS de múltiples compañías, se procuró articular estos esquemas mediante los sistemas de distribución mundial (Global Distribution Systems, GDS) que comprenden muchas empresas aéreas.

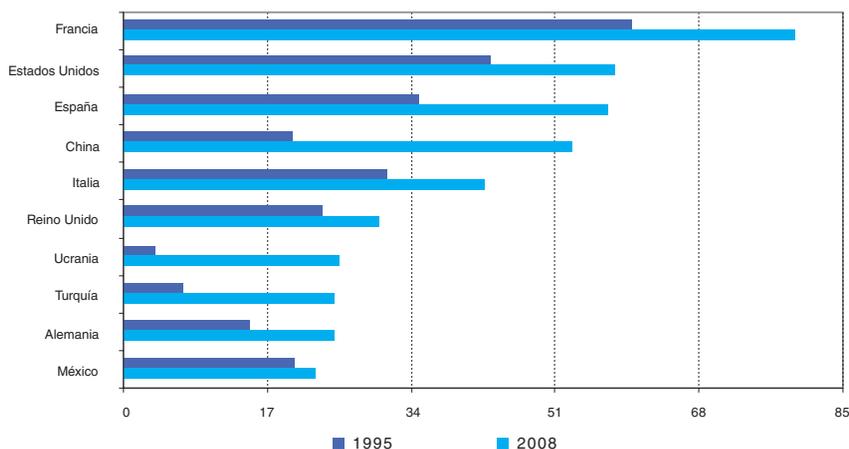
Gráfico III.4  
 LLEGADAS DE TURISTAS INTERNACIONALES, 1950-2008  
 (En porcentajes y millones de personas)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe, sobre la base de información de la Organización Mundial del Turismo.

En el período reciente, la transformación de la industria se ha acelerado en respuesta a cambios económicos, culturales, políticos, tecnológicos y demográficos, para convertirla en una actividad crecientemente segmentada. Como consecuencia de esta dinámica, las empresas turísticas han comenzado a externalizar muchas de sus actividades y así han ingresado al sector otras dedicadas a actividades conexas, como inmobiliarias, constructoras y entidades financieras. En la práctica, al igual que en el caso de otros servicios, las empresas líderes han logrado preservar sus ventajas competitivas mediante la suscripción de contratos de diversos tipos —gestión, arrendamiento y franquicias—, sin tener que iniciar nuevos emprendimientos mediante las tradicionales inversiones de capital. Ocurre así que en el sector del turismo proliferan las “marcas globales” y se efectúan relativamente pocos movimientos transfronterizos de capital para asegurar el control de activos físicos, por ejemplo inmobiliarios. Estos esquemas de propiedad han permitido que muchos países en desarrollo, carentes de capital y conocimientos prácticos (*know-how*), puedan configurar innovadoras soluciones para acceder a los circuitos internacionales de turismo.

Gráfico III.5  
 PRINCIPALES DESTINOS TURÍSTICOS SEGÚN LLEGADAS  
 INTERNACIONALES, 1995-2005  
 (En millones de visitantes)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Organización Mundial del Turismo.

Los servicios de alojamiento están en la base de la cadena de valor del turismo. Durante las últimas décadas la industria hotelera ha registrado una acelerada concentración, que ha acentuado la hegemonía de las cadenas estadounidenses, así como un activo proceso de expansión internacional, marco en el que se ha privilegiado el segmento corporativo en las principales ciudades<sup>6</sup>. En forma paralela al desarrollo de la hotelería urbana surge el turismo de masas, apoyado por la irrupción de los vuelos chárter y la extensión de las rutas de las líneas aéreas regulares de media y larga distancia hacia destinos vacacionales. En una primera etapa, las cadenas hoteleras internacionales no mostraron gran interés en este nuevo segmento, lo que permitió que operadores turísticos emergentes, junto con inversionistas locales con escasa experiencia en el negocio hotelero, lograran competir con éxito en la prestación de servicios de alojamiento en los destinos vacacionales. La industria se expandió rápidamente a partir de una oferta sustentada en paquetes a precios módicos, posibilitados por la estandarización y las economías de escala, hasta llegar a los modelos “todo incluido” (*all inclusive*).

<sup>6</sup> La base del éxito de la estrategia de las empresas estadounidenses fue el logro de un amplio reconocimiento de sus marcas, primero en el ámbito local y luego en el internacional, con lo que consiguieron atraer y fidelizar a los clientes (CEPAL, 2009).

Con el surgimiento de nuevos destinos —en Asia y América Latina y el Caribe— y la liberalización de los mercados, el panorama comenzó a cambiar y se produjo un rápido proceso de consolidación y concentración, marco en el que las empresas hoteleras de los países líderes en turismo vacacional, como España, se situaron en posiciones de avanzada, un logro que más tarde se fortaleció como resultado de una activa estrategia de expansión internacional, particularmente en México y el Caribe. Entre las principales empresas se destacan Sol Meliá, Barceló Hotels & Resorts, RIU Hotels, Iberostar y Occidental Hotels. De hecho, Sol Meliá, que actualmente ocupa el decimoséptimo lugar entre las mayores cadenas hoteleras, es también uno de los principales grupos hoteleros de turismo, lo que lo convierte en el grupo hotelero vacacional más grande del mundo (véase el recuadro III.1). Un poco más tarde, otros operadores nacionales importantes del espacio iberoamericano reprodujeron la experiencia de las cadenas españolas. Tal ha sido el caso de las empresas portuguesas Pestana y Vila Galé (CEPAL, 2007c), las jamaquinas SuperClub y Sandals y el grupo mexicano Posadas.

En este escenario y como resultado de su cercanía con los Estados Unidos, México y la Cuenca del Caribe se transformaron en un polo cada vez más atractivo para este tipo de turismo vacacional. En la actualidad, ambos concentran cerca del 70% de las llegadas internacionales hacia América Latina y el Caribe. Las empresas hoteleras iberoamericanas han tenido un papel central en el proceso descrito: las españolas en los países caribeños de habla hispana (Cuba, la República Dominicana y México), y las portuguesas y mexicanas en diferentes segmentos del mercado brasileño (CEPAL, 2007c y 2009).

En los años noventa, este modelo comenzó a mostrar algunos problemas importantes, atribuibles a la madurez de los destinos vacacionales tradicionales, a la degradación y el deterioro de la infraestructura y el medio ambiente debido a la sobreexplotación y a las políticas de mercado basadas excesivamente en los precios, y a una demanda cada vez más sofisticada y exigente. Por consiguiente, la viabilidad de los mercados vacacionales comprometía su sostenibilidad a largo plazo, fenómeno que se dio con especial intensidad en el caso de los destinos europeos en torno al Mediterráneo. Esta fue una de las razones que impulsaron a las cadenas españolas a buscar nuevos destinos hacia donde trasladar parte de sus actividades (véase el recuadro III.1). Como

puede verse, las empresas españolas de turismo han sabido adaptarse a un entorno cambiante mediante la introducción de mejoras o novedades en los procesos, en la organización y en los productos ofrecidos a los turistas.

**Recuadro III.1**  
**CADENAS HOTELERAS ESPAÑOLAS: PIONERAS EN LA OFERTA**  
**DE SOL Y PLAYA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE**

Las cadenas hoteleras españolas, tras los primeros signos de agotamiento del mercado turístico interno, comenzaron a invertir fuera del país con el fin de diversificar su oferta. Los primeros pasos fueron dados por un pequeño grupo de empresas, centradas en el segmento vacacional, que utilizaron primordialmente la inversión extranjera directa (IED) como instrumento para acceder a los nuevos mercados. A partir de mediados de los años noventa, aprovechando la propicia coyuntura económica y la favorable posición competitiva de las empresas pioneras, se incorporaron más cadenas hoteleras. La oferta continuaba presentando una marcada especialización vacacional, preferentemente vía contratos de gestión, y privilegiando el uso de la fórmula "todo incluido", canalizada por intermedio de los principales operadores turísticos internacionales, con una clara preferencia por destinos latinoamericanos. En la presente década, al igual que otras empresas españolas con gran presencia en América Latina, las cadenas hoteleras se aventuraron a ocupar posiciones en Europa y los Estados Unidos, principalmente mediante la compra de cadenas urbanas locales, lo que les permitió ampliar su diversificación y desprenderse del segmento vacacional.

En el caso de las cadenas españolas, el principal objetivo de su expansión internacional ha sido aumentar su poder de negociación en los tratos con operadores turísticos. De hecho, una de las características del turismo masificado de sol y playa es la existencia de sólidas alianzas con estos operadores. De este modo, la maciza consolidación del mercado de distribución de viajes organizados y el consiguiente aumento de las presiones competitivas sobre los proveedores de servicios de alojamiento vacacional obligó a las empresas españolas a ampliar su presencia internacional.

En las primeras etapas, la internacionalización de las cadenas hoteleras vacacionales se centró en un número escaso de destinos, con el propósito de lograr un alto nivel de penetración y con ello obtener sinergias como producto del conocimiento del mercado y de los esfuerzos de comercialización. A medida que se avanzaba en el proceso de internacionalización comenzó a observarse una mayor dispersión geográfica de los servicios hoteleros, que apuntaba a lograr una mejor posición frente a los operadores turísticos y una mayor independencia respecto de la evolución de un determinado destino. Asimismo, comenzaron a ampliarse las instalaciones existentes y a construirse nuevos inmuebles de grandes dimensiones, con varios hoteles orientados a diferentes segmentos de la demanda.

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *La inversión extranjera directa en América Latina y el Caribe, 2008* (LC/G.2406-P), Santiago de Chile, 2009.

En América Latina se expandió rápidamente una oferta turística basada en el precio e identificada con el modelo "todo incluido". No obstante, la volatilidad de la demanda, la tenaz competencia y los primeros signos de problemas ambientales (asociados a la eliminación de desperdicios, la contaminación de las playas, la provisión y suministro de agua potable), obligaron a los principales agentes a buscar nuevas soluciones que permitieran revertir el proceso de degradación de las ventajas competitivas en las que se sustentaba la actividad. En una primera etapa, con vistas a diferenciarse se ofrecieron servicios orientados a diversos tipos de clientes (familias, parejas, solteros, bodas y lunas de miel, entre otros). Posteriormente, las compañías

líderes iniciaron un masivo mejoramiento de sus instalaciones con el propósito de captar viajeros de estratos de más altos ingresos. Asimismo, se acometieron nuevos proyectos de mayor envergadura en los que se incorporó al segmento inmobiliario y que han contado con la participación de grupos tanto locales como internacionales. En un entorno estimulado por el auge inmobiliario en los países industrializados, y aprovechando los menores costos relativos prevalecientes en las economías latinoamericanas, se buscaba ofrecer un producto de alta calidad para satisfacer el boyante mercado de casas de descanso, tanto para viajeros ocasionales como para aquellos que requerían un lugar de residencia más permanente, por ejemplo los jubilados estadounidenses y del Canadá, denominados los *baby boomers*<sup>7</sup>.

En el período previo a la crisis inmobiliaria en los Estados Unidos, la combinación de hoteles de alto estándar y emprendimientos inmobiliarios permitió a los inversionistas incrementar el flujo de caja como producto de la venta de viviendas, además de prorratear los costos y el mantenimiento de las instalaciones comunes de entretenimiento —por ejemplo, campos de golf, puertos deportivos, servicios de salud y bienestar— entre los dueños de las unidades residenciales. Estos megaproyectos han tenido gran éxito en México y comienzan a extenderse hacia otros países como la República Dominicana, Costa Rica y el Brasil. Algunos de los proyectos emblemáticos de esta nueva tendencia son Mayakona en la Riviera Maya mexicana y Cap Cana en la República Dominicana.

De este modo, la industria turística siguió buscando nuevas formas innovadoras de incrementar su segmentación a fin de satisfacer las necesidades de consumidores con intereses y necesidades diferenciadas. A partir de una demanda más sofisticada y de la elevación de los niveles de renta comienzan a extenderse las opciones vacacionales menos estandarizadas, con vistas a atender a diferentes segmentos para los cuales las consideraciones ambientales y de seguridad tienen una creciente relevancia. Además, al promoverse este tipo de actividades surge una

---

<sup>7</sup> Después de la segunda guerra mundial —entre 1946 y 1964—, en algunos países como Australia, el Canadá, los Estados Unidos y el Reino Unido se registró un inusual aumento del número de niños nacidos vivos. Este fenómeno se conoce como el *baby boom* y a todas las personas nacidas durante ese período como *baby boomers*. En los Estados Unidos representan casi el 20% de la población y en las próximas décadas el número de jubilados de ese segmento demográfico se incrementará de manera significativa. En Europa la población de más de 65 años de edad llegará a un 25% del total en 2015 y muchas de esas personas buscarán lugares para vivir, privilegiando climas cálidos, sol y playa, campos de golf y centros comerciales.

innovación importante, ya que se combina la conservación de los recursos naturales con la inclusión social como resultado de la entrega de subsidios a las comunidades, generalmente integradas por personas de escasos ingresos, que cuidan y protegen tales recursos. Sin embargo, en América Latina este tipo de turismo no ha sido suficientemente fomentado por los gobiernos. Dado que se trata de una estrategia que considera objetivos de inclusión, debería ser incorporada a la agenda pública para el desarrollo de la región.

Finalmente, pese a que la dinámica de innovación de la industria turística en América Latina y el Caribe ha sido impulsada por grandes consorcios internacionales, hay una considerable presencia de pymes, fenómeno que es común en toda Iberoamérica. En España, en particular, hay experiencias y modelos de promoción de las pymes turísticas que podrían ser aplicados en la región. Por ejemplo, en algunas Comunidades Autónomas se cuenta con mecanismos de apoyo a estas pequeñas y medianas empresas turísticas para que puedan incorporar nuevas tecnología a sus procesos y así lograr una mayor integración con las redes globales de turismo.

### **3. Servicios financieros: innovaciones para ampliar la cobertura nacional y regional**

Uno de los factores importantes para promover el crecimiento económico es la existencia de condiciones e instituciones que posibiliten un aumento continuo del acervo de capital, así como también la eficiente movilización de recursos hacia actividades productivas. En la mayoría de los países este papel es desempeñado por el sector bancario. En el período reciente, la profundización financiera se ha intensificado en algunos países (el Brasil, Chile y, en menor medida, Colombia, Costa Rica y El Salvador), pero se ha deteriorado en otros (México). A pesar de los avances, la brecha entre América Latina y los países desarrollados con respecto a profundización financiera continúa ampliándose. En el espacio iberoamericano, este contraste también es evidente entre los países latinoamericanos, por una parte, y España y Portugal, por la otra (véase el cuadro III.1).

**Cuadro III.1**  
**IBEROAMÉRICA: INDICADORES DE LA PROFUNDIZACIÓN**  
**FINANCIERA, 1990-2007**  
*(En porcentajes)*

	Depósitos/PIB			Créditos/PIB		
	1990 - 1999	2000 - 2004	2005 - 2007	1990 - 1999	2000 - 2004	2005 - 2007
América Latina	25	29	30	27	30	30
Argentina	15	25	23	18	16	13
Brasil	18	21	25	24	26	37
Chile	38	50	52	47	63	65
Colombia	28	28	32	32	24	28
Costa Rica	17	17	21	16	25	32
El Salvador	34	40	39	33	42	42
México	27	24	22	23	14	15
Perú	17	22	21	17	22	19
Países desarrollados	63	71	83	68	92	114
España	64	83		79	109	165
Portugal	89	89	96	75	138	157

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de información del Center for Global Development.

A medida que se ha elevado el nivel de ingresos, también ha aumentado la demanda de servicios financieros. En este contexto, la innovación en la industria financiera, principalmente bancaria, ha cumplido un papel muy importante en la reducción del costo de la provisión de servicios, la expansión del crédito y el acercamiento de la banca a personas de estratos sociales de bajos ingresos.

Desde mediados de los años noventa, la secuencia de innovaciones en los servicios financieros ha sido continua. Primero fueron los países industrializados y luego las economías en desarrollo, incluida América Latina. En la actualidad, el funcionamiento de los servicios bancarios en la región y sus modalidades de innovación son el resultado de un largo y complejo proceso de cambio, cuyo principal propósito ha sido incrementar la eficiencia, inicialmente por medio de la liberalización y la privatización,

pero después, tras las grandes lecciones de las crisis sucesivas, con la introducción de regulaciones prudenciales. Sin embargo, hasta ahora los indicadores de acceso muestran niveles muy bajos de bancarización (véase el gráfico III.6). Incluso Chile, el país mejor posicionado de América Latina, está a gran distancia del promedio de los países industrializados. En este escenario, sorprendentemente la rentabilidad de la industria bancaria en América Latina es muy superior a la registrada en países desarrollados<sup>8</sup>. Explicaría este fenómeno el hecho de que el principal negocio de la banca sería la deuda pública (Rojas Suárez, 2007); otro factor sería el marcado carácter rentista de la banca privada, principalmente extranjera, que domina gran parte de esta industria en la región.

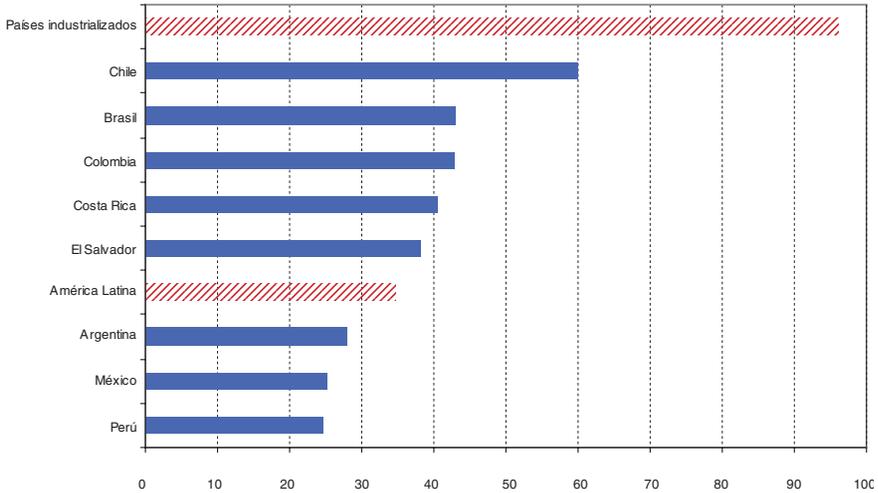
En el período reciente, los factores que han favorecido la innovación en el sector bancario han sido, entre otros, los cambios regulatorios, los avances tecnológicos y el uso extendido de las TIC, la creciente sofisticación de las demandas de los clientes, los incentivos para que las empresas aumenten su competitividad, y la marcada disposición de la banca para diversificarse hacia otras áreas de interés. En este sentido, las innovaciones se han dado no solo en el ámbito de la organización de las entidades financieras, sino que se transfirieron rápidamente a los consumidores por medio de la oferta de nuevos productos y servicios. En este plano cabe destacar la banca en línea, la banca móvil y la generalización del uso de las tarjetas bancarias.

La banca en línea, una de las innovaciones más notables, ha sido posibilitada por la expansión de las TIC. Bajo esta modalidad, los clientes pueden efectuar operaciones bancarias a través de Internet, lo que les abre la posibilidad de hacerlo desde cualquier lugar. En la medida en que se profundiza la penetración de la banda ancha y se amplía entre la población la base de nuevos productos, como computadores portátiles, banda ancha móvil y teléfonos inteligentes, el número de transacciones a través de banca en línea sigue aumentando de manera significativa. En México, la Asociación de Bancos de México estima que casi un 20% de las operaciones bancarias se realiza vía estos mecanismos.

---

<sup>8</sup> En Liso y otros (2002) se subraya la necesidad de relativizar las magnitudes de estas rentabilidades, ya que son contrarrestadas por elevados gastos de operación y niveles de riesgo crediticio.

Gráfico III.6  
 INDICADORES DE ACCESO EN PAÍSES SELECCIONADOS, 2007  
 (En porcentajes de la población adulta con cuenta bancaria)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de información del Center for Global Development.

Por otra parte, la banca móvil ha crecido gracias a la vigorosa expansión de la telefonía móvil. En este caso, uno de los beneficios económicos más destacables es que el servicio en cuestión permite la transferencia de dinero a través de las cuentas de teléfono<sup>9</sup>. Es importante subrayar que este avance ha contribuido a extender los servicios bancarios a sectores sociales de menores ingresos (The Economist, 2009). Los cajeros automáticos también pueden considerarse como parte de la banca móvil, ya que hacen posible que los usuarios de tarjetas bancarias retiren dinero o hagan depósitos desde múltiples lugares. Si bien los cajeros no son un producto nuevo, sus servicios se han venido expandiendo más allá de los retiros de efectivo o la entrega de estados de cuenta.

Con la expansión de la telefonía móvil, las tarjetas bancarias han sido objeto de nuevas e importantes innovaciones que facilitan las transacciones remotas. Asimismo, los servicios móviles de valor agregado han permitido que los titulares de las tarjetas bancarias reciban información personalizada sobre ofertas y promociones acordes con sus preferencias y hábitos de consumo. De hecho, estas innovaciones no solo

<sup>9</sup> El emisor envía el dinero desde su cuenta de teléfono y el receptor lo retira en ciertos lugares predeterminados.

han hecho posible el reforzamiento de la seguridad en las transacciones, sino también el incremento de su uso. En este sentido resaltan productos como las tarjetas multifuncionales, con las que se pueden pagar servicios como el transporte urbano o el peaje por el uso de la red vial. Estos productos, además del beneficio económico que pueden conllevar, ayudan a que las personas porten menor cantidad de efectivo, lo que aumenta la seguridad.

Por otra parte, los bancos y las diversas entidades financieras son esenciales para la realización de las operaciones internacionales de las empresas, tales como la planificación financiera y el comercio transfronterizo. En este sentido, destaca la preponderancia de los bancos españoles, que se han transformado en líderes en la mayoría de los mercados latinoamericanos. En el ámbito regional llama la atención la experiencia del Brasil, cuyos bancos han incrementado en forma significativa la prestación de servicios financieros transfronterizos, en tanto que, paralelamente, muchas empresas la han internacionalizado. Respecto de esto último cabe subrayar el desempeño del Banco Itaú, que se ha convertido en un agente muy importante de este sector en el Cono Sur, desafiando el liderazgo de los bancos extranjeros, sobre todo españoles.

Con el propósito de llegar a un mayor número de clientes, los bancos están dispuestos a salir de sus sucursales, y ahora el avance tecnológico les permite hacerlo. Un ejemplo muy ilustrativo es el del Banco Estado en Chile que, a través de su servicio Caja vecina, permite que los clientes realicen depósitos en sus cuentas y retiros de ellas en diferentes establecimientos comerciales no financieros. Esto no solo es una innovación en cuanto al servicio, sino una forma innovadora de mercadotecnia que aumenta en alto grado la visibilidad del banco en todas las ciudades del país. También el sector bancario ha incrementado su presencia mediante la suscripción de alianzas con diversas empresas no financieras, de manera que los titulares de sus tarjetas bancarias (débito o crédito) puedan obtener descuentos y beneficios.

Otro ejemplo notable de los posibles alcances de la innovación en este sector desde el punto de vista de la inclusión es el de la Estrategia de negocios para el desarrollo regional sostenible (DRS) del Banco del Brasil, cuya particularidad radica en que la institución se desempeña no solamente como banco de crédito para apoyar actividades productivas, sino también como catalizador de otras acciones; en esta línea participa activamente en el fomento, articulación y movilización de agentes económicos y sociales,

a la vez que colabora en la identificación de vocaciones y potenciales de las regiones. En 2007 el DRS llegó a cubrir 4.757 municipios y, tras la actuación de 3.875 agencias, colaboradores externos y representantes de 100 actividades productivas diferentes, se elaboraron 4.189 planes de negocios. Estos planes han respondido a desafíos económicos, sociales, ambientales y culturales, con un enfoque centrado en el desarrollo sostenible. Entre las principales acciones producto de esta estrategia interesa destacar las iniciativas de capacitación, constitución de asociaciones y cooperativas, conservación y recuperación ambiental, elevación de las condiciones de salud, educación y vivienda, construcción y mejoramiento de estructuras de producción y valorización de la cultura local<sup>10</sup>.

## B. Innovación e industrias creativas

En esta sección se analizan los efectos de los cambios del paradigma tecno-económico y los avances hacia una economía digital sobre las industrias creativas, así como sus repercusiones en los países de América Latina y el Caribe. En primer lugar se revisa el contexto industrial y de innovación en que se desenvuelve el sector creativo. Luego se analiza la estructura de este sector a nivel tanto global como latinoamericano, y también la incidencia de los nuevos paradigmas en las oportunidades y modelos de negocios. Para concluir se presentan algunos lineamientos estratégicos relativos a la promoción de esta industria en la región.

### 1. El contexto industrial y de innovación del sector creativo

El sector creativo comprende la producción de servicios y bienes sujetos a derechos de propiedad intelectual y de autor (*copyright*), relacionados con factores estéticos y de identidad. Corresponde a este sector un conjunto amplio y diverso de actividades asociadas a la producción y circulación de sonidos, palabras, imágenes y combinaciones de dichos elementos. También incluye trabajos creativos que generan productos identificables y experiencias que están a la venta o en exhibición en mercados o ambientes públicos. Por lo tanto, estas industrias abarcan las actividades económicas y comerciales de artistas, empresarios artísticos y culturales, con o sin fines de lucro, cuya finalidad es la producción de artesanías, películas, programas televisivos, literatura, música, teatro, danza, artes

---

<sup>10</sup> El DRS atiende a más de 1,2 millones de familias con créditos programados del orden de los 8.000 millones de reales.

visuales, arquitectura, moda, animación, juegos e instrumentos musicales, entre muchos otros. A todo lo anterior se agrega la distribución (por radio, sistemas multimedia, comercio en línea) y el consumo (por agencias de publicidad, turismo cultural, suscripciones móviles o en línea) de bienes y servicios creativos, con derechos de propiedad intelectual y construcción de marcas para regiones o atractivos turísticos (*destination branding*).

Hay algunos aspectos que distinguen al sector creativo de los demás. En primer lugar, sus industrias muestran diversas redes de intercambio y flujo de ingresos, como la venta de bienes (por ejemplo, un libro), el suministro de servicios de distintos tipos (pago de honorarios profesionales), y la concesión de licencias de propiedad intelectual (*royalties*). Se producen, además, efectos en cadena: un libro puede ser adaptado para hacer una película, con la música de esta se producen discos compactos y, posteriormente, es posible que se venda la identidad de tales productos para juguetes o camisetas. En ese sentido, los bienes de la industria creativa son una especie de bienes públicos, ya que el consumo no los destruye y pueden ser consumidos simultáneamente por varios individuos (Hesmondhalgh, 2002). El motor principal del sector es la creación intelectual o artística, basada en la inversión y la apuesta por talentos. Al mismo tiempo, la reproducción (fabricación de discos compactos o libros), sigue la lógica de la producción industrial. Los costos de reproducción son relativamente bajos en comparación con los costos iniciales de la creación cultural, por lo que las economías de escala en la distribución y la llegada a un amplio público son elementos clave para su rentabilidad (UNCTAD/OIT, 1995). Por la misma razón, la posibilidad de piratería y de violación de la propiedad intelectual incide decisivamente en el entorno de la inversión en el sector (OMPI, 2003).

En esta industria existen considerables problemas de externalidades por lo arduo que resulta excluir a los beneficiarios gratuitos (*free riders*) en exhibiciones, uso de la imagen, visitas turísticas y ventas comerciales (Nurse, 2002). Además hay casos en que la actividad creativa es en sí restringida. Algunos artistas pueden enfrentar dificultades en materia de financiamiento o incluso el bloqueo de la difusión de sus expresiones por parte de grupos poderosos o gobiernos cuando estas transmiten una percepción divergente con respecto a los patrones culturales o políticos predominantes, como en el caso de algunos grupos musicales de la región, que se ven expuestos a sufrir restricciones o marginación (Nurse, 2002).

## 2. América Latina en la industria creativa global

La industria creativa es una de las que registran más rápido crecimiento en el comercio mundial, con una tasa anual del 8,7% entre 2000 y 2005. El valor de sus exportaciones a nivel global totalizó 424.400 millones de dólares en 2005, a partir de una base de 227.400 millones de dólares en 1996 (UNCTAD/PNUD, 2008).

En las economías desarrolladas las industrias creativas aportan entre un 2% y un 5% del PIB y en la última década su crecimiento ha sido estable, como lo refleja su ascendente participación en el producto y el empleo. En el cuadro III.2 se muestran las contribuciones al PIB y al empleo de las industrias creativas en distintos países de América Latina y el Caribe. La participación es mayor en los países más grandes, como Brasil y México, que tienen sólidas capacidades en el área audiovisual y amplios mercados internos y externos. Sin embargo, su aporte también es alto en Uruguay y Jamaica, que son países pequeños.

Corresponde a los bienes creativos el 80% del comercio mundial de contenidos creativos. Si bien los países desarrollados tienen el mayor peso en este comercio, la participación de los países en desarrollo en las exportaciones mundiales aumentó rápidamente, de 56.000 millones de dólares en 1996 a 316.000 millones en 2005 (UNCTAD/PNUD, 2008). La mayoría de estos últimos países son importadores netos de estos bienes, con la excepción de China, Hong Kong (Región Administrativa Especial de China), la India y el Brasil. México, Singapur y la República de Corea, por su parte, muestran un desempeño dinámico, pero tienen pequeños déficits en el sector (véase el gráfico III.7). El saldo comercial en este rubro de los países del Caribe, América Central y América del Sur durante el período 1996-2005 ha sido negativo (véase el gráfico III.8).

Cuadro III.2  
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: CONTRIBUCIÓN DE LAS  
INDUSTRIAS CREATIVAS EN ALGUNAS ECONOMÍAS  
(En porcentajes)

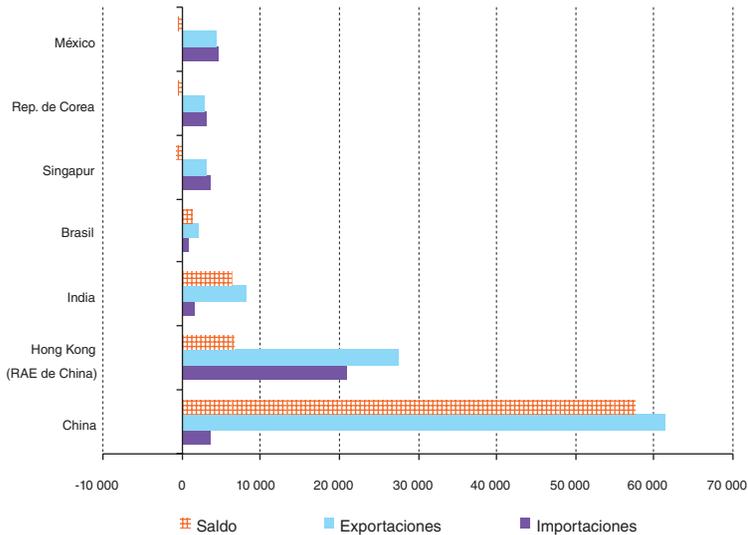
País	Año	Contribución de las industrias creativas	
		PIB	Empleo
Argentina	1993	4,1	-
	1994	-	3,5
Brasil	1998	6,7	5,0
Colombia	2001	2,01	-
Chile	1990 - 1998	2,0	2,7
Jamaica	2005	5,1	3,03
México	2005	4,77	11,01
Uruguay	1997	6,0	4,9
Venezuela	1997 - 2000	3,0	-
(Rep. Bolivariana de)	2001	2,3	-

Fuente: Organización de los Estados Americanos (OEA), *La cultura como motor de crecimiento económico, empleo y desarrollo*, Washington, D.C., 2004; Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), "National studies on assessing the economic contribution of the Copyright-based industries", *Creative Industries Series*, N° 1, Ginebra, 2006.

Puede concluirse que aun cuando América Latina es conocida por su riqueza y diversidad culturales, las exportaciones del sector creativo no han sido lo suficientemente dinámicas como para reducir el desequilibrio externo<sup>11</sup>. Sin embargo, en estos datos no se incluyen los flujos de servicios, regalías y turismo relacionados con las atracciones culturales, por lo que es posible que no reflejen con precisión el dinamismo comercial de la región. Este aspecto se analiza a continuación.

<sup>11</sup> Por ejemplo, la popularidad de la música latina ha aumentado mucho en años recientes. El mercado musical de la región llegaba a un valor de 666.3 millones de dólares en 2005, y se concentraba en tres países, el Brasil, México y la Argentina, que aportaban un 60% del total.

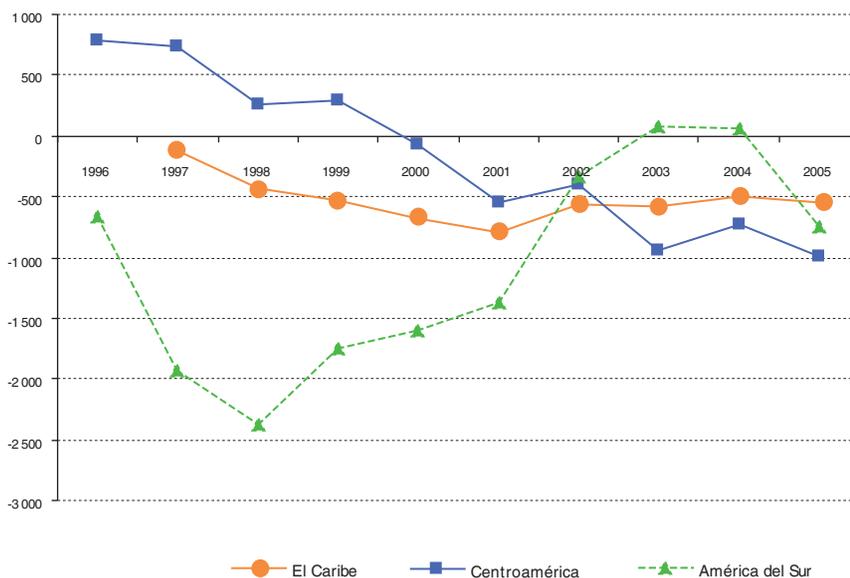
Gráfico III.7  
 PAÍSES EN DESARROLLO: BALANZA COMERCIAL DE BIENES  
 CREATIVOS, 2006  
 (En millones de dólares)



Fuente: Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD)/Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), *The Creative Economy Report 2008: the Challenge of Assessing the Creative Economy: Towards informed policy-making*, Ginebra, 2008.

La información sobre comercio de servicios creativos y flujos de derechos de autor y regalías es muy limitada en los países en desarrollo. El sector de los servicios creció a razón de un 8,8% anual en el período reciente, pero las mejores estimaciones disponibles sobre los servicios creativos sugieren que su incremento anual fue de un 11% entre 2000 y 2005 (de 52.200 millones de dólares a 89.000 millones de dólares). La participación de los países desarrollados en el total de las exportaciones es de un 83% y la de los países en desarrollo de un 11%, en tanto que a las economías en transición les corresponde solo un 7%. En 2005, el principal rubro de exportación era el de los servicios de arquitectura (27.700 millones de dólares), seguido por los servicios recreativos y culturales (27.500 millones de dólares).

Gráfico III.8  
CENTROAMÉRICA, AMÉRICA DEL SUR Y EL CARIBE: BALANZA  
COMERCIAL DE BIENES CREATIVOS, 1996-2005  
(En millones de dólares)



Fuente: Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD)/Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), *The Creative Economy Report 2008: the Challenge of Assessing the Creative Economy: Towards informed policy-making*, Ginebra, 2008.

Una de las bases de las industrias creativas es la propiedad intelectual. Las principales fuentes de ingreso de artistas, compositores o productores de discos son las regalías y licencias provenientes de derechos de autor y otras formas de derechos de propiedad. En términos del comercio global de propiedad intelectual en el sector creativo, los datos más recientes sobre pago de derechos de autor y regalías muestran que en 2006 totalizaron 7.150 millones de euros, lo que refleja un aumento del 6% con respecto a 2005. De ese total corresponde a Europa aproximadamente un 63%, a los Estados Unidos, un 22%, a la región Asia-Pacífico, un 12%, a América Latina y el Caribe, casi un 3% y a África un porcentaje inferior al 1%.<sup>12</sup>

<sup>12</sup> En estos datos solo se consideran los pagos a las asociaciones nacionales de derechos de autor, y no el pago de regalías entre asociaciones.

### **3. Cambios tecno-económicos y nuevos modelos de negocios**

La transformación del sector creativo está asociada al rápido cambio tecno-económico en productos, distribución y mercadotecnia (por ejemplo, libros electrónicos, iPods, iTunes, Amazon.com, Google), a la comercialización creciente de la propiedad intelectual en el mundo digital, al crecimiento de las redes de usuarios (MySpace, YouTube, Twitter), y a las sinergias derivadas de actividades que agregan valor (turismo cultural, propiedad intelectual e identidades locales). Las tecnologías digitales y de telecomunicación hacen posible llegar a mercados globales con una facilidad sin precedentes. Los consumidores ahora pueden elegir entre una gama muchísimo más amplia de proveedores y productos, los viejos modelos de negocios declinan en numerosas áreas y surgen oportunidades para nuevos entrantes sobre la base de tecnologías digitales y procesos virtuales.

Las industrias creativas vienen experimentando un proceso de profunda redefinición. Las áreas con mayor valor agregado ya no se encuentran en los servicios y las manufacturas, sino en la explotación de la propiedad intelectual. Ese cambio en el modelo de negocios es importante para los países en desarrollo, ya que, según sugieren algunos autores, estos países y los actores menores encontrarían ahora condiciones de actuación más favorables (Goldstein, 1994). Otros, menos optimistas, piensan que el movimiento va en dirección contraria, ya que los países periféricos generalmente no controlan los derechos de propiedad y no pueden pagar los altos costos de comercialización que implica introducir innovaciones y lograr su aceptación en los mercados digitales (Burnett, 1996). En otras palabras, hay grandes beneficios potenciales, pero no está claro hasta qué punto los países en desarrollo cuentan con la infraestructura, las capacidades y el acceso a los mercados que se requieren para posibilitar una mayor presencia en las exportaciones mundiales.

La convergencia de las telecomunicaciones, la telefonía, Internet y los contenidos creativos ha tenido distintos efectos sobre las industrias creativas. Por una parte, ha incidido negativamente en la venta de productos y facilitado la piratería y otras formas de violación de los derechos de autor, lo que ha desequilibrado la relación entre las grandes compañías de distribución y comercialización, las pequeñas empresas independientes y los consumidores. Estos últimos ya no solo tienen acceso a nuevos

contenidos, que frecuentemente son conseguidos sin costo de Internet, sino que también son productores (creadores de bitácoras o *bloggers*), distribuidores (comparten archivos) y propagandistas (por medio de redes de usuarios o de comercialización por correo electrónico). Las industrias creativas han dejado de ser un negocio de arriba hacia abajo (*top-down*) en su totalidad para transformarse parcialmente en otro de abajo hacia arriba (*bottom-up*), en el que los consumidores son redefinidos como usuarios y su producto como un servicio o una experiencia (Leonhard, 2008).

En este nuevo y dinámico contexto, las industrias establecidas han sufrido notoriamente, mientras se expandían las empresas y negocios basados en el nuevo paradigma. El ejemplo clásico es Apple, que de fabricante de computadores se transformó en productor de software y gran distribuidor de músicas por medio del iTunes Store. Este último medio ha sido usado para vender reproductores de música en forma digital (iPods), teléfonos (iPhones) y los propios computadores (iMacs). El acceso más barato a la música digital se ha utilizado como un instrumento para promover la venta de equipos digitales (Dalrymple, 2008).

El bajo costo de la música obtenida de Internet y de los soportes tradicionales de música y video, como el disco de video digital (DVD) y el disco compacto (CD), ha ido creando una situación nueva en la industria musical. Algo similar ocurre con la industria audiovisual y los diarios, como lo describe un analista: “La tecnología digital permite más medios y más posibilidades de elegir a partir de un grupo mayor de proveedores, a un precio menor por cada ítem. Los ingresos del viejo mundo eran elevados, concentrados y soportaban la catedral de los medios. Los ingresos en la nueva era digital están difundiéndose, son mas bajos y dan sostén a instituciones más pequeñas e independientes” (Singer, 2006).

En el mercado musical, el segmento de la música digital es el de más rápido crecimiento a escala global. Las ventas están divididas equitativamente entre música en línea y móvil. Las proyecciones para el 2010 indican que un 25% o más de los ingresos de las compañías grabadoras provendrán de las ventas digitales. Esta tendencia ascendente es facilitada por nuevos modelos de negocios en los que hay múltiples formatos y puntos de acceso. El número de sitios legales de música en línea creció de 50 en 2003 a más de 500 en 2007, mientras que el total de

grabaciones legales disponibles se multiplicó por seis. La música puede ser adquirida en más de cien diferentes formatos, incluidas las modalidades física, móvil y en línea (IFPI, 2008).

A nivel mundial, las industrias creativas tienen, además, el papel de impulsar la expansión de los valores transados en la industria digital global. El nuevo movimiento del comercio digital (descarga en línea (*downloading*) y servicios de suscripción) es estimulado por el deseo de los consumidores de conseguir contenidos culturales. Se estima que en 2005 compraron más de 60 millones de equipos de música portátiles (por un total de 9.000 millones de dólares), y que estas adquisiciones llegaron a 140 millones de unidades en 2007 (15% más que en 2006). En 2005 se pagaron 75.000 millones de dólares por suscripciones de banda ancha y 50.000 millones de dólares por servicios móviles de datos (Kennedy, 2006). Las cifras registradas en 2007 muestran un marcado aumento de las líneas de banda ancha (cuyo valor bordea los 350 millones de dólares, un 23% más alto que el anotado en 2006), y de las suscripciones móviles (2.500 millones, superior en un 11% al valor alcanzado el año precedente) (IFPI, 2009).

Las industrias creativas no son consideradas plenamente como un sector económico, sus operadores están poco organizados y buena parte del monto de los negocios no queda registrado. En ese contexto, las políticas de estímulo han sido débiles o inexistentes. A ello contribuyen las propias características de la industria, ya que crear demanda por nuevos géneros y gustos resulta complejo. Por tales razones, las políticas de innovación no pueden seguir los lineamientos tradicionales de las políticas sobre ciencia y tecnología, sino que es necesario avanzar hacia un marco distinto. Una lista de las principales recomendaciones para estimular el sector debería incluir los siguientes puntos:

i) Mejorar las relaciones industria-gobierno mediante la armonización de las políticas comerciales, industriales y sobre propiedad intelectual. Preservar espacios para las políticas proactivas de estímulo a la diversidad cultural y a la inversión en cultura en negociaciones bilaterales y multilaterales (por ejemplo, en el marco de la Organización Mundial del Comercio y en los acuerdos bilaterales sobre preferencias comerciales).

ii) Aumentar el contenido local y regional de la difusión por radio y televisión a partir de legislación específica. Es necesario, además, estimular la llegada de los contenidos locales o regionales a las plataformas móviles y en línea, por ejemplo mediante el aditamento de catálogos de trabajos creativos (en música, películas, libros) y la promoción de la radiodifusión de festivales y encuentros artísticos.

iii) Crear y fomentar las asociaciones de la industria cultural para representar los intereses del sector y promover códigos de ética, patrones de remuneración y prácticas laborales de corte moderno (por ejemplo, en los sectores hoteleros y publicitarios).

iv) Hacer más expedito el acceso a las finanzas, el crédito y los servicios de apoyo empresarial para firmas y artistas en condiciones de exportar, así como también establecer agencias de reservas y de facilitación de exportaciones. Estas medidas incluyen el apoyo a la participación en ferias comerciales y la creación de fondos para el desarrollo de mercados.

v) Proteger la propiedad intelectual y procurar contener prácticas de piratería, lo que supone informar al público sobre sus implicaciones. Es necesario establecer centros nacionales y regionales de gestión de los derechos de propiedad y fortalecer los existentes en las diversas áreas de las industrias creativas.

vi) Reforzar los vínculos entre las industrias creativas, el turismo y el resto de la economía mediante la promoción de festivales y del turismo histórico, que tienen efectos multiplicadores significativos. Es preciso elaborar estrategias para explorar el potencial de la diáspora y de los mercados intrarregionales para la expansión del sector.

vii) Promover formas de difusión alternativas por medio de Internet y el comercio electrónico (*e-commerce*).

viii) Incrementar las capacidades humanas en relación con la producción artística y la gestión de las empresas culturales. Es fundamental desarrollar capacidades referidas a las TIC en el sector creativo.

ix) Documentar los efectos de las industrias creativas y establecer metas y referencias para la generación de empleo, el mejoramiento industrial y las exportaciones.

En las industrias creativas se combinan, por una parte, importantes ventajas competitivas de la región (que dependen de activos culturales e históricos muy específicos) y, por la otra, el notable dinamismo de las TIC. Hay oportunidades para ir mejorando la posición de la región en la distribución de los beneficios globales de esas industrias y para usarla

como una plataforma de difusión y aprendizaje respecto de las TIC. Al mismo tiempo, estas industrias contribuyen a la valorización de culturas y tradiciones locales, que es una forma de promover su inclusión en el proceso de crecimiento.

## C. La innovación en el complejo agroalimentario

En América Latina y el Caribe el complejo agroalimentario es clave por su contribución a la oferta de alimentos y a la seguridad alimentaria; por su capacidad de absorción de mano de obra, reflejada en 2005 por una participación del 18% en el empleo total; por la creación de encadenamientos con otros sectores y actividades; por su aporte a las exportaciones totales de la región, que fue de un 16% en 2005 y llegó a más del 50% en muchos países; y, finalmente, por constituir una fuente estratégica de energía alternativa (CEPAL/FAO/IICA, 2009; CEPAL, 2008b y 2007a; Dirven, 2007; Razo y otros, 2007). Cabe destacar también el papel que desempeña como generador de competitividad y aprendizaje tecnológico. Ya se ha mencionado que las ventajas competitivas de muchos países dependen en gran medida de los recursos naturales, así como el interés en usarlos para promover el aprendizaje y la diversificación productiva, al igual que lo han hecho otros países ricos en recursos naturales que lograron altos niveles de ingreso por habitante. En ese sentido, no debe subestimarse el potencial tecnológico del complejo agroalimentario como base de un relanzamiento productivo de mayor complejidad, con bases genuinas de competitividad, en especial si se considera la existencia previa de una base tecnológica-productiva, empresarial e incluso regulatoria.

El sector agrícola no es un receptor pasivo de tecnología, incapaz de generar conocimientos de manera endógena, y tampoco es cierto que la adopción de tecnología no requiera esfuerzos de aprendizaje por parte de los productores y trabajadores agrícolas. De hecho, la propia especificidad de climas y suelos induce procesos de innovación endógenos (la región cuenta con una larga experiencia de logros previos en el campo de la genética vegetal y animal). En el mismo sentido, el segmento agroindustrial tampoco es homogéneo. Al igual que en las industrias, también dentro de dicho segmento hay diferencias en cuanto a la capacidad para generar innovaciones y difundir externalidades, tanto

por las características intrínsecas de los productos como por las de los agentes económicos participantes (CEPAL/FAO/IICA, 2009; CEPAL, 2008a y 2007a).

La creación de la institucionalidad para la innovación agrícola presenta diferencias importantes en los países iberoamericanos. En el caso de España y Portugal ha sido favorecida por la existencia de una política agrícola común para los países europeos. En América Latina y el Caribe, las políticas que históricamente han guiado el proceso innovador del sector han pasado por distintas etapas. En la década de los cincuenta y a principios de los sesenta la atención se centró en la creación de sistemas nacionales de investigación agrícola. Se establecieron y consolidaron las primeras instituciones especializadas de investigación con el fin de crear las capacidades mínimas para la transferencia y adaptación de tecnologías, permitir la expansión agrícola y sustentar el crecimiento del sector industrial. En los años noventa, durante el ápice de la reformas, se observó una notoria tensión entre la visión que privilegiaba el desmantelamiento de las instituciones, por una parte y, por la otra, la necesidad de fomentar y consolidar los sistemas de información y conocimiento agrícolas, con el objeto de incentivar y difundir los vínculos entre investigación, educación y promoción del cambio tecnológico (Hall, 2007).

Más recientemente, el diseño de las políticas del sector se ha sustentado en el concepto de sistema de innovación y, por consiguiente, se ha orientado hacia la promoción de las reformas institucionales, la incorporación y la interacción de los actores relevantes capaces de incentivar la creación de nuevos mecanismos de gestión, el estímulo de la cooperación público-privada y la diversificación de las fuentes de financiamiento. También se ha buscado, a la vez, una nueva institucionalidad que reconozca e incorpore el creciente peso de los mercados —más globalizados y volátiles— y las enormes repercusiones de los paradigmas tecnológicos —como las TIC y la biotecnología— en la producción de los bienes agrícolas como factor clave para crecer y encausarse por un sendero de desarrollo equitativo y sustentable (CEPAL, 2007a; Trigo y Echeverría, 2008).

En esta sección se revisan las capacidades tecnológicas en el sector agrícola, el funcionamiento de las instituciones pertinentes en América Latina y el Caribe y la forma en que ha avanzado la región en la utilización de las nuevas tecnologías y mecanismos para promover la innovación

en el complejo agroalimentario. Dada la estrecha vinculación entre la biotecnología y su aplicabilidad en el área de los agroalimentos, el tema se abordará con frecuencia en esta sección.

## 1. Capacidades tecnológicas en la agricultura de la región

Si se comparan los porcentajes de investigación y desarrollo agrícola con el valor agregado del sector, se observa que en 2006 esa relación fue de 1,14% como promedio regional<sup>13</sup> (por debajo del 1,3% registrado en 1996), mientras que en la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), ese valor llegaba a un 2,5%. Además, el promedio regional oculta grandes diferencias entre países, con un rango de variación que va desde cerca de un 2% en Uruguay y el Brasil, de un 1% a un 1,5% en la Argentina, Chile y México, hasta menos de un 0,3% en El Salvador, Guatemala y el Paraguay (Stads y Beintema, 2009).

En el último cuarto de siglo, la tendencia en los países desarrollados ha apuntado a una participación creciente del sector privado en el financiamiento de la I+D agrícolas<sup>14</sup>. Por el contrario, en América Latina y el Caribe estas actividades siguen siendo financiadas con recursos públicos. En 2006 el aporte estatal era superior al 75% en la Argentina, el Brasil, la República Dominicana, El Salvador, México, Panamá y el Paraguay. Más aún, en algunos países como la Argentina, el Brasil, El Salvador y Panamá el aporte público superaba el 90%, mientras que las contribuciones de organizaciones de productores y los recursos propios generados por las entidades de investigación eran muy significativos en los casos de Chile, Colombia, Costa Rica y el Uruguay, países en los que el aporte público era inferior al 50% (Stads y Beintema, 2009).

En algunos países se observa una incipiente tendencia a aumentar la participación del sector privado en el financiamiento de la I+D agrícola (Colombia, Costa Rica, Guatemala Honduras y el Uruguay), en la gestión

---

<sup>13</sup> Estimación a partir de una muestra de 15 países, que incluye la Argentina, Belice, el Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, la República Dominicana, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, el Paraguay y el Uruguay (Stads y Beintema, 2009).

<sup>14</sup> En los países de América Latina y el Caribe donde la agricultura tiene un mayor peso en la economía se tiende a invertir más en ciencia y tecnología en el sector agrícola que en los demás sectores. Esa relación entre la importancia del sector y la intensidad tecnológica es aún más alta si se considera la participación de los investigadores en ciencias agrícolas en el total de investigadores en el ámbito nacional (CEPAL, 2008b).

de los proyectos de investigación y en las alianzas con organismos públicos (el Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Guatemala y México), así como en la demanda relativa al diseño y ejecución de proyectos de investigación planteada a las universidades (la Argentina, el Brasil, Chile, Costa Rica y México). En general, la institucionalidad evoluciona lenta y gradualmente hacia la adopción de políticas y esquemas de gestión que permitan atender mejor la demanda, diversificar las fuentes de financiamiento, establecer alianzas público-privadas y articular y trabajar en red con múltiples actores ubicados a lo largo de las cadenas agroproductivas (Palmieri y otros, 2009)<sup>15</sup>.

En la región, los recursos humanos calificados se concentran en el Brasil (Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria - EMBRAPA), la Argentina (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA) y México (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agropecuarias y Pecuarias - INIFAP). Se estima que de un total aproximado de 19.000 investigadores agrícolas de tiempo completo en la región, aproximadamente un 70% correspondía al Brasil (28,4%), México (21,6%) y la Argentina (20,5%). Chile, Colombia, el Perú y la República Bolivariana de Venezuela empleaban cada uno entre un 4% y un 6% del total regional, lo que dejaba un 14% a repartir entre los 20 países restantes de la región. También cabe destacar que existen diferencias sustanciales en cuanto al nivel de calificación de los investigadores. De estos, los más calificados eran los del Brasil, donde un 64% del personal de EMBRAPA contaba con doctorados, seguido de México, Chile y el Uruguay, en tanto que en el extremo más bajo se ubicaban los de Paraguay (menos de un 5%) y El Salvador (menos de un 1%). En general, los niveles más reducidos de capacitación (mayor proporción de investigadores sin estudios de postgrado) correspondían a países centroamericanos (El Salvador, Guatemala, Honduras y Panamá). Dichos recursos humanos se concentran principalmente en institutos nacionales de investigación agrícola, universidades agrícolas, facultades (escuelas) de agronomía y veterinaria, fundaciones y organizaciones no gubernamentales, organismos de investigación subsectoriales, generalmente de naturaleza público-privada, en muchos casos vinculados a asociaciones de productores y, más recientemente, en empresas privadas

---

<sup>15</sup> El caso del Uruguay es notable pues allí se ha logrado la relación más alta entre inversión en investigación y desarrollo agrícola y valor agregado agrícola (casi un 2%), con el porcentaje más bajo de financiamiento público y el aporte más alto de los productores entre los países con relaciones superiores a un 1%.

con fines de lucro. A su vez, reciben el apoyo de otros organismos supranacionales por la vía de la movilización de recursos y la promoción de la cooperación recíproca<sup>16</sup>.

Las diferencias entre los esquemas de financiamiento se reflejan en la distribución de los investigadores. En 2006, según el estudio de Stads y Beintema (2009), del total de investigadores a tiempo completo en la región aproximadamente un 60% estaba vinculado a instituciones del sector público, alrededor de un 35%, a instituciones de educación superior, y un 4%, a organizaciones no gubernamentales. Asimismo, en aquellos países en los que el financiamiento depende menos de los recursos públicos existía un porcentaje mayor de investigadores en el sector no gubernamental (Belice, 38,3%; Colombia, 35,3%; Honduras, 30,2%; Costa Rica, 19,8% y Guatemala, 16,6%). La ubicación en instituciones de educación superior era elevada en la Argentina (44,6%), Costa Rica (40,6%), México (54,0%) y el Uruguay (42,6%).

En ese mismo año se observa que los investigadores se dedicaban a temas de cultivos, sobre todo para la exportación. La proporción de investigadores en el área de la ganadería era considerable en Panamá y el Uruguay (más del 40%), así como en la Argentina, Chile y Colombia (entre un 20% y un 30%). La investigación en materia de silvicultura era reducida, excepto en la Argentina, Chile y Guatemala (entre un 5% y un 6% de los investigadores); la investigación sobre pesca solo tenía relevancia en Belice (26,9%) y, en menor medida, en México y el Uruguay (entre

---

<sup>16</sup> En el ámbito regional cabe mencionar el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO), el Foro Regional de Tecnología Agropecuaria (FORAGRO) y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). A nivel subregional son importantes los programas cooperativos subregionales de investigación (Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur - PROCISUR; Programa Cooperativo de Innovación Tecnológica Agropecuaria para la Región Andina - PROCIANDINO; PROCICARIBE; Programa Cooperativo de Investigación y Tecnología para la Región Norte - PROCINORTE; Instituto de Investigación y Desarrollo Agrícolas del Caribe - CARDI; Sistema de Integración Centroamericano de Tecnología Agrícola - SICTA), las redes de investigación por producto o tema —que en sí mismas son innovaciones institucionales importantes—, así como las instituciones de investigación y capacitación especializadas. Además, operan en la región tres centros del Grupo Consultivo sobre Investigaciones Agrícolas Internacionales (CGIAR): el Instituto Internacional de Mejoramiento del Maíz y el Trigo (CYMMIT) en México; el Centro Internacional de la Papa (CIP) en Perú; y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Colombia.

un 8% y un 10%); por último, la investigación en relación con recursos naturales se destacaba únicamente en la Argentina, Chile, Guatemala y México (entre un 14% y un 18% del total de investigadores).

Por otra parte, el modelo tradicional de investigación y desarrollo agrícola tuvo impactos directos y significativos en los incrementos en la producción, el mejoramiento de la seguridad alimentaria, el manejo de los recursos naturales y el alivio de la pobreza en la mayoría de los países de la región (Trigo y Echeverría, 2008). Al descomponer la variación de la producción de los principales rubros agrícolas según la variación de la superficie cultivada y la variación de los rendimientos (es decir, la productividad de la tierra), resalta el predominio del último factor, lo que resulta indicativo de la importancia que tiene la adopción de tecnología en el ámbito de la producción, en comparación con lo limitado que resulta el aumento de la superficie cultivada para el incremento extensivo de la producción. En casos como el de la soja, en los que la expansión de la superficie fue el factor predominante, lo que se observa con frecuencia es el desplazamiento de otros cultivos o de la ganadería (CEPAL, 2008a)<sup>17</sup>.

Durante las últimas tres décadas, en la mayoría de los países iberoamericanos han aumentado los rendimientos, sobre todo los de cereales y hortalizas, como resultado de las mejoras tecnológicas, avance que se refleja en el volumen total de producción (véase gráfico III. 9). En el caso de las hortalizas, el incremento en España y Portugal ha sido superior al registrado en los países de América Latina, pero no así en lo que respecta a los cereales, rubro en el cual los mayores crecimientos se

---

<sup>17</sup> El promedio iberoamericano de productividad agrícola encubre algunas diferencias importantes entre países. En primer lugar, la reducción de la población económicamente activa (PEA) se concentra en algunos países que, por su peso, son capaces de incidir en el promedio de Iberoamérica, como el Brasil y España. En todos los países, a excepción de Cuba, el aumento de la productividad agrícola depende grandemente de la generación de innovaciones que permitan elevar el valor agregado a una tasa superior a la de expansión de la mano de obra en el sector. En el caso de España y Portugal, aun con una baja tasa de expansión del valor agregado agrícola, se logra un incremento de la productividad debido a la marcada disminución de la PEA sectorial. El Brasil, la República Dominicana y, en menor medida, Guatemala y Nicaragua, exhiben una expansión del valor agregado agrícola con reducción de la mano de obra. Cuba, en cambio, es el único país de Iberoamérica donde se enfrenta una reducción del valor económico de la agricultura más intensa que el descenso observado del número de trabajadores agrícolas, con la consecuente baja de los niveles de productividad.

dieron en el Brasil, la Argentina, Chile y el Uruguay. En las frutas, por su parte, con las excepciones de Guatemala, Chile y, en menor medida, la Argentina y El Salvador, los rendimientos aumentaron muy poco, además de que en varios países hubo retrocesos en la productividad de la tierra destinada a ese rubro. Las oleaginosas, a su vez, presentaron un panorama mixto (CEPAL, 2008b). Por otra parte, prevalece una situación de dualidad, en la que los beneficios de la I+D, incluso de aquella llevada adelante en el sector público, se concentran en un segmento reducido de agricultores. Frente a esta situación, en algunos países se ha incluido entre las líneas de trabajo la ejecución de programas de apoyo al desarrollo y adopción de tecnologías para la agricultura familiar, con el fin promover la inclusión (EMBRAPA en el Brasil, INTA en la Argentina y los respectivos institutos de investigaciones agropecuarias (INIA) de Chile y la República Bolivariana de Venezuela) (Palmieri y otros, 2009).

Gráfico III.9  
 VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS  
 (Variación porcentual anual: 1980-1990, 1990-2000 y 2000-2007)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Espacios iberoamericanos: la economía del conocimiento* (LC/G.2392), Santiago de Chile, CEPAL/Secretaría General Iberoamericana (SEGIB), 2008.

## 2. La institucionalidad en torno a las innovaciones en el complejo agroalimentario

La década de 1990 puso a la casi totalidad de las instituciones de ciencia y tecnología de la región a la tarea de ir configurando un sistema

de innovación. La biotecnología aparece en las agendas tecnológicas públicas de todos los países de América Latina y el Caribe, pero esto ocurre en el contexto que impone la institucionalidad preexistente. Según la información disponible, a fines de los años noventa existían unas 85 unidades diseminadas en América Latina, 22 de las cuales correspondían a entidades públicas, 37 a laboratorios e institutos relacionados con universidades, lo que dejaba el resto en manos privadas y de los organismos de cooperación. Se empleaba, en conjunto, a alrededor de 1.400 científicos, y el presupuesto total era del orden de los 16 millones de dólares anuales. La mayor densidad de conocimientos se daba en la Argentina y el Brasil, en tanto que, como era de esperar, se producían mayores avances en los procesos más sencillos e iniciales (micropropagación, reacción en cadena de la polimerasa – PCR, entre otros), y la densidad disminuía a medida que se ingresaba a la ingeniería genética (CEPAL, 2008a). A continuación se pasa revista a los progresos de algunos de los países de la región en la creación de instituciones y programas relacionados con la innovación en el sector agrícola.

En la Argentina, desde hace varias décadas, diversas instituciones y programas públicos tuvieron por objetivo la realización de un conjunto de investigaciones en diversos campos de la biología, que años más tarde se tradujeron en avances en la producción de medicamentos, vacunas y otros productos relacionados con la salud. Dan cuenta de esto las actividades llevadas a cabo en institutos como el Malbrán, la Fundación CAMPOMAR, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y otros organismos dependientes de universidades nacionales. Paralelamente, se registraron progresos significativos en las investigaciones sobre química y biología molecular aplicada a los cultivos vegetales, especialmente en el INTA y en algunas universidades del país (Gutman, Lavarello y Roisinblit, 2006). A partir de los años noventa se establece la cooperación con actores significativamente distintos de los presentes en la década de 1980, con una participación creciente y, en muchos casos, predominante del sector privado (Gutiérrez y Penna, 2004). En el período más reciente, el Instituto de Biología Molecular y Celular de Rosario (IBR), creado por resolución del Directorio del CONICET, reforzó la investigación y la enseñanza de las ciencias biológicas. Sus orígenes se remontan a la época en que las diferentes divisiones que hoy lo constituyen —Biología molecular, Microbiología y Biología del desarrollo— comenzaron a trabajar en forma conjunta.

En el caso del Brasil, las capacidades de innovación en el sector agrario se concentran en alto grado en dos empresas públicas, financiadas principalmente con fondos gubernamentales. La Empresa Brasileña de Investigaciones Agropecuarias (EMBRAPA), que coordina el Sistema Nacional de Investigación Agropecuario (SNPA), en colaboración con otras universidades e institutos, es el principal centro de tecnología agropecuaria tropical a nivel mundial. La otra es la Fundación Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), de la cual se originan los principales descubrimientos secundarios (*spin offs*) locales en el área de los medicamentos y la salud humana (Derengowski y otros, 2002). EMBRAPA es la principal unidad ejecutora de la I+D biotecnológica en los sistemas agroalimentarios (SAA). Reconocida internacionalmente, cuenta con un presupuesto propio de 300 millones de dólares anuales, excluidos salarios e infraestructura, que permanece estable desde 1994. Recientemente, el organismo ha reforzado sus capacidades de apropiación de la tecnología generada y de la propiedad intelectual sobre los cultivos. EMBRAPA ha establecido nuevas reglas internas, que limitan la concesión de participaciones a los socios privados en la titularidad de los materiales desarrollados en conjunto e incluso contemplan la revisión de los acuerdos anteriores de colaboración (Fucks, 2007). El proyecto genoma de la bacteria *xilella fastidiosa* es destacable como una experiencia exitosa en la que un consorcio de investigadores brasileños se organizó con el objeto de lograr el secuenciamiento del genoma de un fitopatógeno. Los resultados fueron muy positivos, tanto en términos económicos (se asocia a una enfermedad que afecta a la producción de naranjas), como en cuanto a la creación de capacidades en biología molecular y bioinformática. Se trata de un caso completo de desarrollo basado en un modelo interactivo entre ciencia, tecnología y producción a partir de la iniciativa pública.

En Chile, InnovaChile, institución creada en 2005 (a partir de la fusión del Fondo de Desarrollo Institucional (FDI) y el Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo (FONTEC), apoya la innovación que demanda el sector privado y, en forma proactiva, la innovación en sectores clave de la actividad económica (agroindustria, acuicultura, forestación y minería). Su programa de biotecnología busca brindar apoyo a nuevas empresas innovadoras y a proyectos de innovación tecnológica en empresas existentes, priorizando los sectores basados en recursos naturales. InnovaChile impulsa dos iniciativas de carácter asociativo: los programas de genoma en recursos naturales renovables y los consorcios

tecnológicos empresariales. Entre los proyectos biotecnológicos se destacan los siguientes: i) el Programa Tecnológico del Salmón; ii) el Programa Genoma en Recursos Naturales, en conjunto con la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT), entre cuyos proyectos se encuentra el secuenciamiento de genes de nectarinas para aumentar la resistencia al frío en el transporte, y iii) la convocatoria de consorcios tecnológicos empresariales, en conjunto con la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Aparte de esa institución hay otras que apoyan la innovación agrícola. La FIA presta ayuda a proyectos biotecnológicos en agricultura y ganadería, forestación y acuicultura; el Fondo de Financiamiento de Centros de Excelencia en Investigación (FONDAP), del CONICYT, respalda las inversiones en infraestructura y en recursos humanos para la I+D en centros dedicados a áreas estratégicas; Innova Bío Bío promueve los desarrollos innovadores en la Región del Bío Bío en las áreas prioritarias de forestación, actividad agropecuaria y acuicultura; y el Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF) y el Servicio de Cooperación Técnica (SERCOTEC) apoyan la innovación en pymes.

En el caso de Colombia, el Programa Nacional de Biotecnología ha impulsado en particular el financiamiento de proyectos de investigación para el sector agrícola. De los 174 proyectos que el programa ha financiado en su historia por intermedio del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (COLCIENCIAS), 99 (un 57%) correspondieron al área agrícola. En 1993 el país contaba con 30 unidades de investigación. En 1999 se informó que ya existían 42 grupos (Orozco y Olaya, 2004), y en 2003 se identificaron 45 grupos de investigación en el sector agrícola (OEA, 2004). Entre los organismos de investigación cabe señalar la Corporación Nacional de Investigaciones Agrícolas (CORPOICA). Las capacidades biotecnológicas locales se centran en las técnicas de cultivo de tejidos y células, la micropropagación vegetal y el uso de marcadores moleculares. Sin embargo, en el paso a la biotecnología moderna se han presentado dificultades y no se ha sacado provecho de las importantes ventajas del país en materia de biodiversidad (Orozco, 2006). Si bien varios laboratorios están aplicando biotecnologías a nivel molecular que han permitido determinar secuencias genéticas asociadas a características de interés agronómico, no existen capacidades científicas

ni tecnológicas locales para evaluar la funcionalidad de los genes identificados y descubrir aplicaciones para el manejo y control de factores limitantes en la agricultura.

### **3. La dinámica del complejo agroalimentario y la biotecnología**

El potencial tecnológico de la agricultura y la ganadería no debe ser subestimado. La dinámica del complejo muestra el peso creciente de la incorporación de nuevas tecnologías, incluidas aquellas vinculadas a los nuevos paradigmas tecnológicos. Por una parte, al “importar” tecnología desde otros sectores, el complejo tiene también que adaptarla y, en algunos casos, mejorarla. Además, es preciso hacer esfuerzos complementarios de adaptación en materia de producción, dado que los recursos naturales son muy heterogéneos y varían grandemente entre países e incluso entre regiones de un mismo país (diferencias con respecto a abundancia, facilidad de acceso, calidad y especificidades edafológicas y climáticas, entre otras)<sup>18</sup>.

Un factor adicional que se debe tener en cuenta es la existencia en el complejo agroalimentario de marcadas tendencias hacia un mayor grado de sofisticación tecnológica de los bienes que se producen, originadas por la diferenciación de productos y por temas clave para el consumidor, como la trazabilidad y la inocuidad de los alimentos, así como por la indispensable incorporación de servicios para la comercialización: logística, empaque, transporte y distribución en general, incluido el mejoramiento de las oficinas de aduana y logística portuaria para las exportaciones. Son oportunidades “hacia adelante” para integración de nuevos productos y actividades relacionados con la cadena productiva agroalimentaria, que no han sido suficientemente exploradas en la región. También hay grandes oportunidades “hacia atrás”, referidas a la generación de insumos para la agricultura (maquinaria, semillas, agroquímicos, servicios de asistencia técnica), a partir de la interacción con industrias tecnológicas de punta. Cabe observar que el avance hacia bienes con más valor agregado no necesariamente implica mayores grados de procesamiento industrial, pero sí requiere un más denso contenido de conocimientos e innovación,

---

<sup>18</sup> La variabilidad de condiciones no se limita al ambiente físico, sino que abarca también la dimensión social. Por ejemplo, la tecnología no se acepta de igual manera en distintos marcos institucionales, de tenencia de la tierra, culturales o de incentivos, entre otros.

no solo en relación con la materia prima de origen agropecuario, sino también con las restantes etapas del complejo agroalimentario (incluidas la logística y la comercialización) (CEPAL, 2008a).

A lo largo de los años, en varios de estos ámbitos se han realizado programas de investigación y producción que fueron construyendo las capacidades que habrían de transformarse en “insumos” de la biotecnología. Es así que en casi todos los INIA, los programas para el mejoramiento de plantas sentaron las bases del desarrollo posterior de híbridos. Algo similar ocurrió con el control de plagas, ya que en el caso de los institutos de salud pública, la existencia de varias de las enfermedades endémicas condujo a que se emprendieran programas de investigación que, en algunos casos, se tradujeron en la creación y posterior producción de vacunas. Todo esto fue generando incipientes “insumos” para los futuros avances de la biotecnología a nivel regional.

Las primeras aplicaciones tecnológicas a la producción agrícola datan de los años ochenta y estuvieron asociadas a procedimientos de micropropagación vegetal (de baja complejidad tecnológica y fácil acceso para empresas pequeñas y medianas en países en desarrollo); las mayores adelantos se dieron a raíz de las posibilidades abiertas por la ingeniería genética y la genómica en la identificación y desarrollo de nuevas características en insumos y productos. Desde mediados de los años noventa, las actividades biotecnológicas se concentraron en la búsqueda de complementariedades entre los agroquímicos y las semillas, en procura de crear paquetes agronómicos que consolidaran estrategias de apropiación de la innovación y de difusión en la fase agrícola. El lanzamiento de semillas resistentes a los herbicidas y a los insectos, con marcas propias, fue acompañado de una oferta amplia de servicios para el productor agrícola. En esta forma comenzaron a delinearse paquetes tecnológicos completos (desde las semillas transgénicas hasta los herbicidas, pasando por las tecnologías de proceso), adaptables a cada requerimiento edáfico y climático particular. Uno de los casos que se describe más adelante es el de la soja transgénica, en la Argentina, el Brasil y otros países de América del Sur, marco en el que se configuró un sistema de innovación que comprendía no solo las semillas, sino también los fertilizantes, la maquinaria y la creación y adaptación de técnicas para potenciar el sector.

De esta manera, con el uso de la biotecnología se ha llegado, entre otros logros, al cultivo de tejidos libres de virus, la disponibilidad de semillas modificadas genéticamente, el diagnóstico molecular de enfermedades de plantas y animales, la transferencia de embriones en el ganado, el uso del genoma para identificar y transferir genes portadores de características deseables (por ejemplo, resistencia a plagas y enfermedades y al estrés hídrico y de temperatura, con mayor o menor contenido de determinadas sustancias). Algunas de estas aplicaciones, en particular las que se relacionan con organismos genéticamente modificados (OGM), han generado controversias y su difusión es resistida en algunos países. A pesar de ello, sus efectos sobre la productividad y la rentabilidad han sido, en general, muy significativos y constituyen un frente en rápida expansión en la innovación agrícola.

Por otra parte, los avances en la secuenciación e identificación de nuevos genes, en forma complementaria con el surgimiento de disciplinas inéditas, permiten estudiar la relación de los genes con las distintas funciones de los seres vivos, lo que ha reforzado el carácter multidisciplinario, recombinatorio y acumulativo de la moderna biotecnología. Su uso hace posible identificar con precisión los genes responsables de ciertos atributos, deseados o no deseados, a partir de la extracción de material vivo, como sangre, pelo y células epiteliales, entre otros, y de las pruebas que validan la presencia de tal conjunto de genes. De esta manera, los mecanismos subjetivos de identificación de calidad (*pedigree*), o los que dependen de la medición de rendimientos *ex post*, son reemplazados por criterios objetivos que se obtienen directamente. Al mismo tiempo se facilita y acelera la posibilidad de tipificar la calidad de la materia prima que ingresa a la industria, lo que abre las puertas a la diferenciación del producto final y de precios. Por consiguiente, estos avances permiten la modificación de las especies con el objeto de mejorar la calidad de los alimentos (carnes, leche), o la industrialización de materias primas (cueros, grasas, pelos). En el caso de la leche, en particular, se han modificado los perfiles genéticos de los animales, para así obtener tipos transgénicos, cuya leche contiene los denominados “nutracéuticos”, con el propósito de dotar a la leche de una serie de elementos que previamente provenían de aditivos nutrientes, medicamentos o ambos. Se trata de que los animales produzcan naturalmente (mediante instrucciones genéticas modificadas) elementos que durante décadas fueron sintetizados por la vía farmoquímica (Bisang, Campi y Cesa, 2007).

#### 4. El uso de la biotecnología en América Latina: El caso de la soja transgénica

El caso de la soja transgénica es paradigmático (Gutman y Lavarello, 2006; Bisang y otros, 2006). La Argentina, el Brasil y, en menor medida, el Estado Plurinacional de Bolivia, el Paraguay y el Uruguay, son los grandes productores de soja de la región que controlan algo más del 50% de las exportaciones mundiales de este grano, de los mercados de harinas para la alimentación animal y de aceites de este cultivo. En la Argentina, la soja transgénica se usa en más del 95% de la superficie sembrada. Su utilización redundante en una baja de los costos de producción (del orden del 20% al 25%). En este contexto se ha consolidado un paquete tecnológico formado por la soja transgénica, los biocidas adaptados a las nuevas semillas (provistos por las mismas empresas transnacionales de semillas), los fertilizantes, la nueva maquinaria agrícola, el sistema de la siembra directa, y un débil esquema de protección de la propiedad intelectual, elementos que, en conjunto, han hecho posible una apreciable reducción de los costos de producción y, por ende, un aumento de las ventajas competitivas del país. La difusión previa de la siembra directa ayuda a explicar la rapidez con que se ha propagado el nuevo paquete tecnológico<sup>19</sup>. Esta técnica de cultivo, difundida y adaptada en el país, es el resultado de trayectorias tecnológicas convergentes propias de los fabricantes de máquinas agrícolas y de productos agroquímicos complementarios, los institutos nacionales de investigación y las organizaciones privadas de productores. Todo lo anterior se completa con la consolidación de la industria de molienda de soja, que ya había tenido una fuerte expansión a partir de los años ochenta, impulsada por las empresas transnacionales del sector, los principales comercializadores del mercado internacional de granos e importantes grupos económicos nacionales.

En la Argentina y, en menor medida, en el Estado Plurinacional de Bolivia, el Paraguay y el Uruguay, el proceso de cambio tecnológico fue acompañando de innovaciones en materia de organización, concentradas en las grandes explotaciones agrícolas que se consolidaron sobre la base del cultivo de la soja, al igual que de otros granos, como el trigo y el maíz, si bien en menor escala. Las nuevas formas de organización de la producción agrícola son el resultado de varios procesos: i) los servicios

---

<sup>19</sup> El sistema de la siembra directa es una práctica agrícola con escasa labranza, que mantiene rastrojos sobre los suelos.

técnicos ofrecidos por las grandes empresas transnacionales dedicadas a los agroquímicos y las semillas OGM (organismos genéticamente modificados), como parte del nuevo paquete tecnológico que profundizó la externalización de operaciones y actividades de la explotación agrícola (siembra, cosecha, fertilización, servicios); ii) la particular configuración de los capitales invertidos en el agro argentino en los últimos años, que muestra una significativa presencia de fondos de inversión y de inversores de otros tipos, que basan su gestión en el alquiler de tierras y la subcontratación de servicios, y iii) la reestructuración del segmento de contratistas de maquinaria agrícola, surgido en la región pampeana en épocas de excesiva mecanización de las explotaciones, y ahora reconvertido, tras la aparición de la nueva maquinaria asociada al auge de la soja y la siembra directa. Se observa así la formación de una amplia red de subcontratistas y de relaciones contractuales, en la que participan las explotaciones agropecuarias y los proveedores de insumos y servicios (Bisang y Kosacoff, 2006).

En el caso del Brasil, si bien el modelo productivo primario pone el acento en las grandes producciones integradas (con menos subcontratación), también cuenta con un considerable sustento técnico por la parte de los proveedores de insumos, a la vez que reproduce, con escasas variaciones, el modelo de alta concentración en la molienda con predominante presencia de capitales externos.

Con estas estructuras, en los países de la región se concentra más del 50% de la producción de semillas, aceites y granos (*pellets*) de oleaginosas, con un claro predominio de la dimensión internacional. Estos productos (especialmente aceites y harinas) forman parte creciente de sus exportaciones y pasan a integrar distintos circuitos internacionales de transformación, sea tratándose de los aceites (refinación, lecitinas, entre otros) o de las harinas (alimentos para cerdos y aves en el caso de las exportaciones a la Unión Europea, o para la ganadería intensiva en el Brasil). Varias de las empresas que exportan desde los países de la región son los propios compradores en los países desarrollados, donde han sido integradas en las redes de producción. Mientras tanto, se frenan las posibilidades de avanzar en la cadena productiva de la soja dado que la tendencia mundial es a imponer a las importaciones de alimentos gravámenes de un nivel inversamente proporcional al grado de

procesamiento industrial (derechos más bajos para granos, mayores para aceites, y más altos aún para lecitinas, aceites refinados, carne vacuna y aviar) (CEPAL, 2008a).

Finalmente, los enormes y abruptos aumentos de la productividad de algunos cultivos (como la soja y el maíz) registrados en años recientes dependen de paquetes tecnológicos avanzados, combinados con esfuerzos locales. No menos fundamentales que en la industria son los procesos de aprendizaje práctico (*learning by doing, learning by interacting y learning by using*). Cuando faltan capacidades tecnológicas, condiciones complementarias (información, infraestructura, capital humano, crédito), o ambas, tales procesos se debilitan y se frena el paso de la agricultura a los paradigmas modernos (CEPAL, 2008a). Es por ello que en los últimos años se han creado nuevos mecanismos que promueven la biotecnología y la innovación en el sector.

## 5. Nuevos arreglos institucionales

La organización y coordinación de la innovación en la agricultura exige esquemas institucionales, de organización y gerenciales que articulen todas las fuentes de innovación relevantes para el sector. Solo así se podrá superar el encasillamiento que todavía se observa en muchos INIA, cuyos profesionales muestran poco interés en la innovación participativa y en terreno<sup>20</sup>. Además hay nuevas demandas de capacidades. En el ámbito gerencial resalta la necesidad de fortalecer las organizaciones de investigación del sector a fin de llegar a una visión sistémica del complejo agroalimentarios en su totalidad y no solo como un conjunto de sistemas agrícolas. Asimismo, son también fundamentales las capacidades de búsqueda de fuentes competitivas de financiamiento, la negociación de tecnología bajo el régimen de propiedad intelectual, la gestión de proyectos complejos, la prospección sistémica, la evaluación de impactos y el aprovechamiento de mecanismos que promuevan la integración de los pequeños productores al panorama mundial de la innovación en el sector agrícola, como se describe a continuación.

---

<sup>20</sup> En un estudio de la CEPAL sobre innovación con pequeños productores (Córdoba y otros, 2004) se mostró que con contadas excepciones (Cuba es un ejemplo), el personal de los INIA no ha querido o logrado cambiar su modo de operación tradicional.

*a) Alianzas público-privadas*

Las alianzas público-privadas requieren una coordinación claramente definida —que puede estar a cargo de instituciones públicas o semi-públicas— y una división del trabajo bien establecida, con objetivos claros y asignación de funciones y responsabilidades precisas a cada parte. También es importante que existan reglas mínimas de apropiabilidad definidas ex ante, así como instrumentos de cohesión, como contratos y sistemas de incentivos (por ejemplo, fondos concursables, desgravaciones impositivas y créditos subsidiados). Las alianzas público-privadas son objeto de políticas públicas y necesitan agentes coordinadores. Para su funcionamiento la institucionalidad es central, sobre todo en lo relativo a reglas de gobernanza, derechos de propiedad y estabilidad institucional en un contexto cambiante.

En el ámbito de la gestión de la propiedad intelectual, en la Argentina y el Brasil se han implementado recientemente estrategias que combinan un acercamiento selectivo a las alianzas público-privadas y un reforzamiento de aprendizajes institucionales (Gutman y Lavarello, 2009b). En la Argentina, la configuración institucional es liderada por el sector privado, que asume un papel central en la coordinación de una red de organismos públicos con bajos grados de articulación inicial. Esa función la desempeña Bioceres S.A., una empresa administradora de proyectos, junto con varios institutos científicos y tecnológicos con capacidades en biología molecular y mejoramiento convencional de semillas. Las actividades de investigación y desarrollo son realizadas en su totalidad por los organismos públicos, mientras que Bioceres gestiona los proyectos a partir de la constitución de fondos de inversión y lleva adelante las gestiones de patentamiento nacional e internacional. Bioceres suscribió convenios con el CONICET y la Universidad Nacional del Litoral para el diseño de nuevas herramientas genéticas, con el INTA para el desarrollo de genes resistentes a patógenos locales (mal de Río Cuarto), y con el CONCITEC y la Universidad Nacional del Litoral para la creación de genes resistentes a la sequía, los que serían insertados en los principales cultivos de exportación. Si bien la propiedad intelectual es compartida, Bioceres tiene los derechos exclusivos de comercialización, que pueden ser concedidos bajo licencia a compañías semilleras.

Por su parte, en el Brasil, la agricultura muestra una especialización en los cultivos que son objeto de las investigaciones realizadas en los sistemas público y privado, con diferentes modalidades de vinculación y apropiación público-privadas. Por una parte, la investigación sobre los principales cultivos de exportación es dominada por las empresas multinacionales líderes presentes en el país, que insertan en las variedades locales los genes desarrollados en sus casas matrices. A su vez, los institutos públicos se especializan en la identificación de genes y en la transformación de cultivos tropicales y materias primas agroindustriales a partir de alianzas con cooperativas y pequeñas empresas biotecnológicas. Dentro de ese esquema, en el mandato de EMBRAPA se establece que debe impulsar una activa estrategia de vinculación con cooperativas y asociaciones de investigación dedicadas al desarrollo y difusión de nuevos cultivares, en especial de plantas tropicales que no son de interés para las empresas multinacionales. Un caso notable es el del Proyecto Genolyptus de investigación sobre pulpa y papel, financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, en colaboración con 7 universidades, EMBRAPA y 12 empresas privadas. El presupuesto para la primera etapa del proyecto fue de 4,1 millones de dólares, de los cuales un 70% correspondía a fondos públicos y un 30% era aporte del sector privado (Da Silveira y otros, 2004, citado en Gutman y Lavarello, 2009b). EMBRAPA participa también en la investigación sobre cultivos controlados por las empresas multinacionales. No obstante, a diferencia de lo que ocurre en la Argentina, esta institución ha establecido nuevas reglas internas, que priorizan la titularidad de la empresa estatal sobre los materiales creados, y que incluso prevén una revisión de acuerdos previos de colaboración que otorgaban la titularidad al sector privado. En relación con la soja, caso en el que las empresas multinacionales tienen una participación menor, de aproximadamente una tercera parte, EMBRAPA realiza y comercializa avances propios. En lo que respecta al maíz, de cuyo mercado las multinacionales controlan un 80%, la empresa pública realiza avances que priorizan las características agronómicas de los productores locales y fomentan las alianzas con productores de semillas en pequeña escala, a fin de limitar el poder de mercado de las empresas líderes (Fucks, 2007, citado en Gutman y Lavarello, 2009b).

En el Brasil se observa una mayor selectividad en cuanto a los cultivos, las trayectorias tecnológicas y las empresas hacia las cuales apunta la estrategia tecnológica nacional. En vista de las altas barreras

a la entrada presentes en la biotecnología de los principales granos, EMBRAPA y otros institutos públicos llevan a cabo actividades de I+D de interés público, tanto en los segmentos que no suscitan el interés en invertir de los privados, como en aquellos en los que la iniciativa privada es significativa. En el primer caso, combina estrategias de nicho en mercados más pequeños y segmentados, tales como los de frijoles rojos (*kidney beans*), papayas y bananas, entre otros, con mercados de productos primarios, como azúcar de caña y naranjas. Esta orientación innovadora es de gran importancia si se tiene en cuenta que el nuevo paradigma se centra en pocos genes y cultivos, mientras que las posibilidades por explorar a partir del nuevo conocimiento son muy amplias. En la Argentina, por su parte, se están llevando a cabo investigaciones en el marco de alianzas público-privadas para el mejoramiento del girasol, cultivo en el que el país ocupa la primera posición en los mercados internacionales.

En conclusión, la inserción en una cadena global de valor (CGV) también depende de aspectos relacionados con la capacidad tecnológica, de gestión y de organización de las empresas, así como de las condiciones para el aprendizaje con que cuenta cada una de ellas. Entre las posibilidades que es preciso considerar figura la articulación de empresas locales insertas en CGV como proveedoras o prestadoras de servicios. Esto abre considerables oportunidades para llevar adelante actividades rurales no agrícolas, por ejemplo. Otra posibilidad es la de asociarse para acceder por medios propios al mercado externo o ampliar la cobertura en el interno, lo que supone orientarse hacia segmentos de pequeña escala o nichos en producciones especializadas y personalizadas (CEPAL, 2008a). Por otro lado, la estructura y el dinamismo del mercado que atiende una cadena de valor también pueden gestar impulsos que propicien la innovación en las empresas que la integran. El desafío consistirá entonces en ubicarse en segmentos más diferenciables de la cadena, en los que intangibles como calidad, oportunidad, marca, trazabilidad e inocuidad, entre otros, adquieran mayor presencia en la construcción de competitividad (Bisang, 2009). Las alianzas público-privadas también constituyen una opción para complementar la inversión pública en I+D en la agricultura a pequeña escala y en cultivos no tradicionales de importancia para la seguridad alimentaria.

### *b) Contratos en el sector agrícola*

Un segundo mecanismo de inclusión que debe ser considerado es la agricultura de contrato, definible como un sistema en el cual el productor agrícola acuerda con una empresa de transformación o de comercialización abastecerla de un producto predeterminado en cantidad, calidad, precio y plazo. Por consiguiente, la agricultura de contrato es un esquema intermedio entre producción agrícola independiente y corporaciones agrícolas, que se acerca a una forma de integración más vertical (Singh, 2005). Puede considerarse como una manera de llevar el mercado hacia el productor agrícola. Para el agricultor, un contrato tiene muchas ventajas: asegura la venta de sus productos a un precio preestablecido; tiene mejor acceso a insumos así como a medios de producción o a tecnologías nuevas transmitidas por la industria y, además, puede beneficiarse de asistencia técnica, elevar así su productividad y acceder a fuentes adicionales de capital.

Sin embargo, los productores agrícolas también enfrentan problemas y riesgos relacionados con los contratos. En primer lugar, la industria puede ser poco altruista y tratar de sacar provecho de su posición de superioridad y de la información que solo ella posee (asimetría de información). Por ejemplo, para la industria es posible manipular los estándares de calidad para regular los precios y las entregas (Schejtman, 1998), retrasar la recepción de los productos, lo que redundaría en pérdida de calidad y, por ende, en una reducción del precio pagado al agricultor y, por último, atrasar el pago al productor. En segundo lugar, el productor enfrenta riesgos inherentes al mecanismo de contrato, pues este generalmente supone el cultivo de un solo producto (para lograr rendimientos de escala para la industria), lo que puede resultar en mayor dependencia y vulnerabilidad. Los análisis de experiencias (Zylbersztajn y Nadalini, 2007; Kudadjie-Freeman y otros, 2008) muestran que el oportunismo de los participantes en el contrato, la ausencia de protección judicial de los derechos de propiedad y la falta de conocimiento han comprometido la posibilidad de llegar a relaciones contractuales estables y eficientes en la agricultura de la región.

En síntesis, el complejo agroalimentario es de absoluta importancia para América Latina y el Caribe, y no solo por su contribución a la oferta de alimentos y sus encadenamientos con otros sectores de la economía. También se ha convertido en una oportunidad para que en la región

se produzcan innovaciones y se aprovechen los nuevos paradigmas tecnológicos, como la biotecnología. Para materializar estas posibilidades habría que incrementar las inversiones en I+D mediante mecanismos como las alianzas público-privadas y los contratos con pequeños productores, además de mejorar las instituciones que se ocupan de la innovación en el agro, creadas hace varias décadas, así como la capacitación y formación de los investigadores de tales entidades. Por otra parte, es importante resaltar que en algunos países de la región se han registrado importantes avances en el uso de la biotecnología. La producción de la soja transgénica, principalmente en la Argentina y el Brasil, es muestra de ello. En la región existe un potencial para lograr innovaciones en el sector agrícola; sin embargo, para explotarlo es necesario conocer las tendencias mundiales en materia de innovaciones y sofisticación tecnológica de modo de encauzar ese potencial hacia objetivos claros mediante estrategias que combinen la creación, la adaptación y la interacción de tecnologías que no frenen el cambio de la agricultura y la ganadería de la región hacia los nuevos paradigmas.

## D. Innovación energética y cambio climático

La política de innovación es vital para compatibilizar el desarrollo con el control de las emisiones responsables de los profundos cambios que muestra el clima del planeta. La literatura se ha centrado en el análisis de acciones que podrían mitigar esas emisiones en los países que con mayor intensidad las producen: los del mundo desarrollado y las grandes economías emergentes en desarrollo, como China, el Brasil y la India (Chidiak y Tirpak, 2008). La mayoría de los países de Iberoamérica no son grandes emisores de gases con efecto invernadero, pero sí pueden sufrir sus efectos sobre la salud y sobre actividades económicas relevantes, como la agricultura y el turismo. Si bien en estos últimos países no deja de ser importante la implementación de políticas que busquen reducir las emisiones, el principal desafío que enfrentan es adaptarse y protegerse de sus potenciales efectos negativos.

La respuesta global al cambio climático exige la introducción de un conjunto amplio de tecnologías limpias que reduzcan la emisión de gases con efecto invernadero y, en particular, de dióxido de carbono. El 80% de la emisión de estos gases proviene de la generación de energía y, por lo tanto, esta es un área prioritaria de acción. Es por eso que se han observado

en ella espectaculares incrementos de la inversión en tecnologías limpias. Los sectores que lideran la expansión de dicha inversión son varios: el de la energía eólica (con un aumento de 4.000 millones de dólares en 2000 a 30.100 millones en 2007), de las células solares fotovoltaicas (de 2.500 de millones de dólares en 2000 a 20.300 en 2007) y de los biocombustibles (de 13.700 de millones de dólares en 2004 a 25.400 en 2007). A pesar de esta notable mejoría, la participación de las energías renovables en el consumo total de energía es aún muy pequeña (entre un 1% y un 2%). Más aún, algunos sectores del área de la energía, como el de la generación eléctrica, se han mostrado poco dinámicos desde el punto de vista de la innovación. Esta es una industria que funciona en condiciones monopólicas, con elevada intensidad de capital y un tipo de competencia que pone el acento más en la reducción de costos y precios que en la innovación. Es urgente entonces idear nuevas políticas que estimulen la innovación en el área de la energía y le impriman un mayor dinamismo tecnológico, como una forma de incidir con mayor fuerza en la eficiencia energética del crecimiento (Grubb, 2004).

En tal sentido, es fundamental la innovación en tecnologías energéticas, definida como el conjunto de nuevos procesos que permite aumentar los recursos energéticos, elevar la calidad de sus servicios y reducir los costos económicos, ambientales y políticos asociados a la producción y el uso de la energía (Gallagher, Holdren y Sagar, 2006). La innovación en estas tecnologías abarca actividades que van desde la localización, evaluación, extracción, transporte, procesamiento y transformación de las fuentes primarias de energía provistas por la naturaleza (luz solar, biomasa, petróleo crudo, carbón, mineral de uranio), hasta la producción de servicios energéticos con diversos grados de transformación (basados en leña, carbón, electricidad o gasolina). El concepto incluye la distribución de energía y su transformación en servicios para los consumidores finales (como, por ejemplo, la electricidad para refrigeración o calefacción, o el uso de la gasolina como fuerza motriz).

En esta sección se examinan brevemente las implicaciones de las tendencias del cambio climático y la evolución de la innovación en tecnologías energéticas en Iberoamérica. Se presentan, además, algunos ejemplos de innovación en materia de tecnologías limpias que permiten identificar los factores de éxito y sus posibles efectos desde el punto de

vista de la inclusión social. También se sugieren algunos lineamientos relativos al cambio estructural sustentable y a las políticas de ajuste y control de las emisiones globales.

## **1. Capacidades de innovación en tecnologías energéticas en Iberoamérica**

En el sector de la energía se observa un dinamismo tecnológico que, en las últimas décadas, ha permitido aumentar considerablemente la eficiencia y la capacidad en cuanto a generación de energía. Si bien los agentes que intervienen en la innovación son diversos, cabe a los gobiernos un papel fundamental en la inversión y en la orientación de los esfuerzos de los agentes hacia el objetivo de la sustentabilidad (Gallagher, 2006; Mowery, 1983). Un elemento favorable en este sentido es que en algunos de los países iberoamericanos hay empresas públicas que cuentan con la capacidad, la autonomía y la escala necesarias como para ser actores importantes de la innovación en el sector<sup>21</sup>. En los años treinta y cuarenta se crearon varias empresas estatales que asumieron el liderazgo en la explotación de petróleo, gas natural y electricidad; en algunas de ellas se establecieron centros de investigación de alto nivel y se gestaron trayectorias de aprendizaje que, en ciertos casos, se truncaron por diversas causas.

Durante la etapa de industrialización por sustitución de importaciones (ISI), el esfuerzo local se limitó a desarrollar capacidades para evaluar y operar la tecnología extranjera, aunque en algunas áreas se observó un dominio creciente de la tecnología. Posteriormente, como resultado de la fase de privatización y apertura comercial, se redujeron las investigaciones realizadas por estas empresas y también la integración local de sus actividades. Se produjo un movimiento a favor de la

---

<sup>21</sup> Petróleos Mexicanos (PEMEX), Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobrás), Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE) de México encabezan la lista de las 500 mayores empresas de América Latina (Latin Trade, 2009). A ellas se suman Ipiranga S.A. y Centrales Eléctricas Brasileñas S.A. (Eletrobrás), de Brasil; Repsol Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF), de Argentina; Copec, de Chile; Ecopetrol, de Colombia; Empresa Nacional del Petróleo (ENAP), de Chile; Shell, de Brasil; Petroecuador, de Ecuador; Chevron, Esso Brasileira, AES Elpa, de Brasil; Eletropaulo, Cemig, de Brasil; y Petrobrás, de Argentina. Las decisiones en el campo energético en América Latina están más concentradas que en Canadá y los Estados Unidos (Hoyt y otros, 1998), a pesar de que la desregulación de los años noventa atrajo a nuevos actores al sector.

subcontratación y las fábricas listas para funcionar (*turnkey plants*), con resultados ambiguos, ya que si bien se accede a tecnologías importadas más eficientes, hay menos efectos de encadenamiento con firmas locales (CERA, 2009).

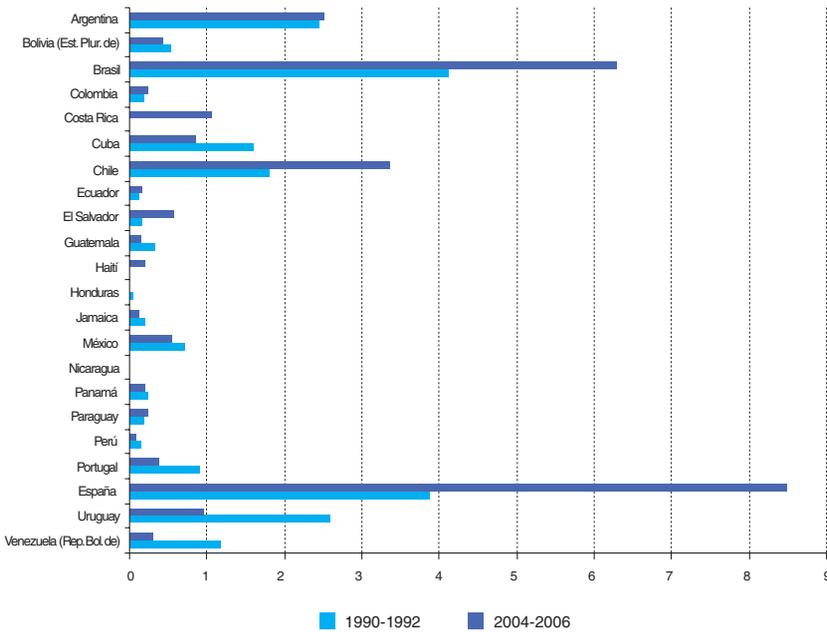
A pesar de estas restricciones, a lo largo del tiempo se ha ido gestando una base de capacidades tecnológicas que debe ser considerada al formular políticas para el sector. Durante la etapa de la ISI, la mayoría de las grandes empresas del ámbito energético crearon capacidades de I+D para adquirir tecnologías críticas en dicha esfera (Instituto Mexicano del Petróleo e Instituto de Investigaciones Eléctricas en México, Centro de Estudios e Investigación de Petrobras (CENPES) en Brasil e Instituto de Tecnología Venezolana para el Petróleo (Intevep) de Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA) en la República Bolivariana de Venezuela). La división del trabajo entre empresas locales y empresas extranjeras globales dejaba en manos de estas últimas las actividades de diseño e ingeniería detallada, mientras que las primeras se concentraban en las ingenierías básica y civil. A pesar de esta tendencia, algunas firmas locales lograron innovaciones sustantivas de proceso y producto en las industrias petrolera y de generación de electricidad. Cabe destacar el caso de Petrobrás, que incluso ha conseguido invertir en tecnologías complementarias con su principal campo de acción (caso de los biocombustibles, por ejemplo), escapando de las fuerzas inerciales que refuerzan la trayectoria dominante<sup>22</sup>. También hay ejemplos de empresas locales que ampliaron la producción de equipos e infraestructura de oleoductos, como TenarisTamsa y Ternium en México y la Argentina, respectivamente.

Pese a los avances mencionados, en la comparación internacional la región exhibe un bajo dinamismo tecnológico. Esto se puede comprobar en el gráfico III.10, en el que se muestra el coeficiente de invención en diversos países, medido a partir del número de patentes solicitadas por residentes por cada 10.000 habitantes. Existe una marcada heterogeneidad entre los países iberoamericanos: la posición de España con respecto a esta variable contrasta notoriamente con la del resto de los países, a pesar de que en el Brasil también se observa un dinamismo significativo.

---

<sup>22</sup> La diversificación hacia tecnologías nuevas comúnmente es más estimulada por nuevos entrantes que por empresas que ya tienen ventajas en las “viejas” tecnologías (Smith, Stirling y Berhout, 2005). Véase también Levinthal y March (1993).

Gráfico III.10  
**COEFICIENTE DE INVENCION**  
*(Patentes solicitadas por residentes por 10.000 habitantes)*



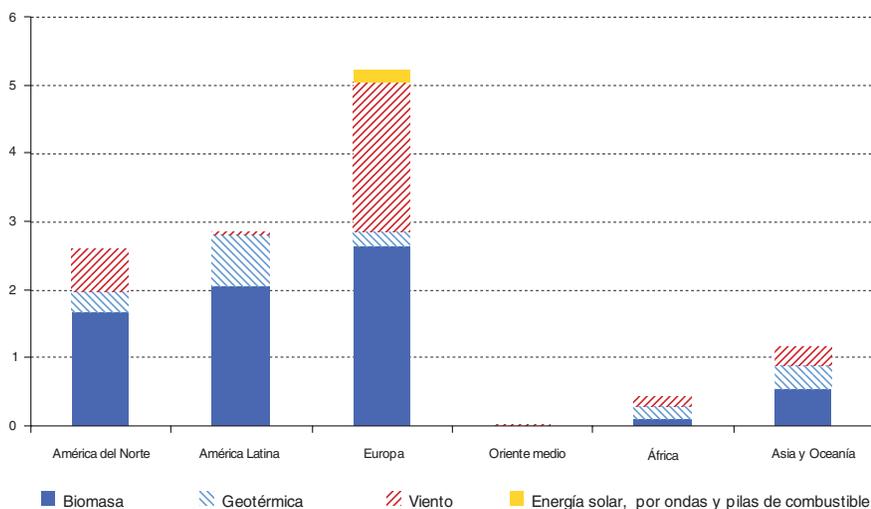
Fuente: Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología (RICYT).

No obstante, un aspecto que interesa resaltar es que América Latina tiene una apreciable participación en las nuevas fuentes renovables de generación de energía eléctrica. Hay evidencias de que se ha acumulado experiencia en programas cuyo objetivo es estimular el uso de módulos de energía solar, energía eólica y biomasa, así como otros que buscan la electrificación rural renovable (CEPAL, 2004). Sin embargo, estos esfuerzos aún no han movilizado los recursos, las instituciones y las capacidades que se requieren para dejar una huella significativa, en términos agregados, con respecto al uso de energía.

En lo que atañe a la penetración de nuevas fuentes de energía renovable (como participación en el total de la electricidad generada), América Latina ocupa una posición similar a la de los Estados Unidos y solo inferior a la de Europa (véase el gráfico III.11). Sin embargo, en términos absolutos (miles de millones de kilovatios-hora (kWh)

generados), la región se ubica en el cuarto lugar, por debajo de Europa, los Estados Unidos y Asia y Oceanía (véase el gráfico III.12). La principal diferencia entre América Latina, Europa y los Estados Unidos estriba en el aprovechamiento de la energía eólica, que registra niveles muy inferiores en el caso de la región, mientras que los valores de producción de energía geotérmica son similares a los de Europa. Los países de América Latina se han orientado principalmente hacia las modalidades geotérmicas y de biomasa, en las que la tasa de innovación es más reducida, sin impulsar otras fuentes de energía eléctrica con mayor potencial de crecimiento, como la energía solar, la eólica y las células de combustible.

Gráfico III.11  
 PRODUCCIÓN DE NUEVAS FUENTES RENOVABLES DE  
 ELECTRICIDAD, 2006  
 (En porcentajes de la producción total de electricidad)

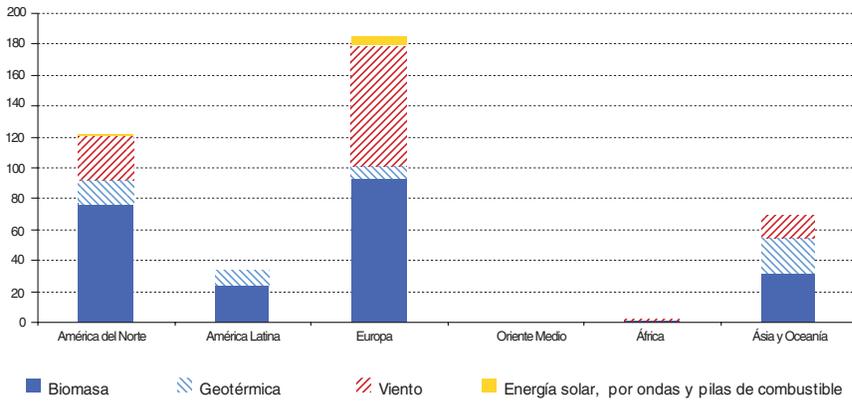


Fuente: Administración de Información Energética (EIA) del Departamento de Energía de los Estados Unidos.

Por lo tanto, en general, el desempeño de Iberoamérica ha sido poco dinámico en términos de capacidad para crear y aprovechar innovaciones en el sector energético, con la posible excepción de España. Tanto si se consideran desde el punto de vista de los insumos de la innovación, investigación y desarrollo, como de sus resultados (patentes), los niveles han sido inferiores a los alcanzados en otras regiones. Entre los

países latinoamericanos, el Brasil y México han logrado posiciones más favorables, con indicadores superiores al resto, aunque la distancia con respecto a Europa y los Estados Unidos es aún muy grande<sup>23</sup>.

Gráfico III.12  
 PRODUCCIÓN DE NUEVAS FUENTES RENOVABLES  
 DE ELECTRICIDAD, 2006  
 (En miles de millones de KWh)



Fuente: Administración de Información Energética (EIA) del Departamento de Energía de los Estados Unidos.

Como aspectos positivos, la región muestra un mayor peso que el resto del mundo en cuanto al uso de energía eléctrica de nuevas fuentes renovables, a pesar de que estas se concentran en un subconjunto menos dinámico (energía geotérmica y biomasa). Por otra parte, hay un gran potencial para la producción de energía hidroeléctrica, que puede ser ampliado considerablemente. Por último, la región en su conjunto cuenta con un superávit de petróleo y, en este sector, actúan importantes empresas públicas, lo cual implica una presencia concentrada de recursos y capacidades que, mediante políticas, se pueden canalizar hacia la innovación.

<sup>23</sup> De acuerdo con datos de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), en el período 2000-2005 el Brasil, España y México captaron, en términos absolutos, el 95% de la inversión total en I+D sobre energía en Iberoamérica (Brasil, 50%, México, 23% y España, 22%). La Argentina, Chile y Portugal ocuparon un segundo lugar, bastante alejado del primer grupo.

## 2. Cambio climático en América Latina y el Caribe

Las innovaciones respecto de las nuevas fuentes energéticas mencionadas responden en gran parte a las proyecciones sobre los efectos del cambio climático en el mundo. Las predicciones planteadas por los científicos en años recientes sugieren que los países de América Latina y el Caribe son muy sensibles a los efectos del calentamiento global. La diversidad de la región en términos de topografía y latitudes abre la posibilidad de que los eventuales impactos sean muy variados. Los países del Caribe, en particular, son puntos críticos en términos de intensidad de los riesgos ambientales. En las islas y zonas costeras el calentamiento global amenaza la pesca y los arrecifes de coral, lo que compromete la continuidad de las actividades pesqueras y turísticas, que constituyen una fuente muy importante de empleo. La elevación del nivel de los mares, por su parte, amenaza a las poblaciones costeras y la infraestructura hotelera y de transporte, expuesta a inundaciones o a la erosión intensa (Mimura y otros, 2007). Otro factor de riesgo asociado al cambio climático es la ocurrencia de ciclones y huracanes. Las áreas que bordean el mar Caribe son particularmente vulnerables a tales fenómenos. Entre 1979 y 2006 las pérdidas ocasionadas por estos desastres naturales llegaron a 18.678 millones de dólares. Correspondió a México el 47% de estas pérdidas, a las Antillas mayores (Cuba, Haití, la República Dominicana y Jamaica), el 36%, a Centroamérica, el 12% y a las Antillas Menores, el 4,9 %. Las pérdidas esperadas para el período 2020-2025 son siete veces mayores, en tanto que la participación de México en el total de los daños aumentaría considerablemente en el futuro (véase el cuadro III.3).

Las estimaciones recientes del impacto del cambio climático en el Caribe dan lugar a pronósticos poco alentadores (Bueno y otros, 2008). Sobre la base del análisis de los daños causados por huracanes, la caída del turismo y la destrucción de infraestructura debido a la elevación del nivel del mar —si no se toman oportunamente medidas de prevención— hacia el año 2100 las posibles pérdidas ascenderían a un 22% del PIB de la subregión del Caribe. Un país como Colombia, por ejemplo, con una larga costa sobre el mar Caribe, podría sufrir inundaciones periódicas que afectarían a más de 1,4 millones de personas.

Cuadro III.3  
 PÉRDIDAS ACUMULADAS CAUSADAS POR CICLONES  
 TROPICALES, HISTÓRICAS Y PROYECTADAS, 2007  
 (En millones de dólares)

País/ Región	Pérdidas históricas (1979 - 2006)		Pérdidas promedio (en cuatro escenarios) (2020 - 2025)	
México	8 762	4 %	91 298	71,4 %
Centroamérica	2 321	35,7 %	6 303	5 %
Antillas Mayores	6 670	12,4 %	28 037	21,9 %
Antillas Menores	925	4,9 %	2 223	1,7 %
<b>Total</b>	<b>18 678</b>	<b>100%</b>	<b>127 861</b>	<b>100%</b>

Fuente: A. De la Torre, P. Fajnzylber y J. Nash, "Low carbon, high growth: Latin American responses to climate change" [en línea] [http://siteresources.worldbank.org/INTLAC/Resources/17619\\_LowCarbonHighGrowth\\_English\\_PDF.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTLAC/Resources/17619_LowCarbonHighGrowth_English_PDF.pdf), 2008.

Los efectos potenciales del cambio climático sobre las economías de la región no se limitan a los perjuicios más directos que ocasionan los fenómenos naturales, ya que hay otras consecuencias, más indirectas, pero no por ello menos graves. Por ejemplo, el transporte es uno de los principales factores de la generación de gases con efecto invernadero; a su vez, la subregión del Caribe depende en alto grado de la llegada de turistas oriundos de América del Norte y Europa. Es posible que, en el futuro, esos viajes sean penalizados por los países emisores de turistas con mayores impuestos o tasas y que los propios consumidores prefieran evitarlos, eligiendo destinos más próximos. La intersección de esas dos fuerzas conlleva, sin duda, una seria amenaza para la expansión de la industria turística del Caribe.

### 3. Cambios climáticos, innovación y transferencia de tecnología

En los países desarrollados ya se han establecido estímulos que propician la innovación en cuanto a ahorro de energía y producción de energía limpia; también se han definido metas de reducción de emisiones acordes con las señaladas en el Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. La presión en el sentido de idear tecnologías más limpias es muy fuerte en los países

desarrollados, pero las capacidades tecnológicas necesarias no existen en la mayoría de los países en desarrollo. En ese plano existe una demanda —cada vez más apremiante— en favor de la transferencia de tecnologías limpias hacia los países rezagados. En el debate sobre la necesidad de cerrar la brecha tecnológica se debe enfatizar precisamente la diferencia en materia de tecnologías limpias.

Vinculado al intercambio de opiniones sobre la transferencia de tecnologías de bajo carbono hay otro relacionado con los derechos de propiedad intelectual. En las negociaciones sobre cambio climático realizadas en Bangkok en marzo de 2008 se sugirió que los países en desarrollo podrían usar licencias obligatorias que los facultarían, unilateralmente, para copiar tecnologías limpias sin necesidad de respetar los procedimientos legales aplicables a los bienes patentados. Los países desarrollados (en particular los Estados Unidos y la Unión Europea) argumentan que esto no sería necesario, en la medida en que las patentes existentes de hecho no serían un obstáculo importante para la difusión internacional de estas tecnologías (ICTSD, 2008). Si bien no existe un estudio suficientemente detallado sobre la incidencia de los derechos de propiedad intelectual (DPI) en la difusión de tecnologías limpias y renovables, según evidencias preliminares hay otras restricciones a la difusión que tienen mayor peso que los DPI. Por ejemplo, las estructuras de mercado de la producción de tecnología fotovoltaica, biocombustibles y energía eólica son oligopólicas no muy concentradas, y los términos de acceso a las tecnologías en esos sectores no resultan muy restrictivos (véase el cuadro III.4). Por otra parte, las tecnologías más complejas son más caras y difíciles de obtener, pero en relación con ellas los grandes temas del debate no se refieren a las patentes, sino al financiamiento público y a la definición de estándares y marcos regulatorios. En los países que producen biocombustibles (como el etanol en el Brasil), el tema clave es el acceso a los mercados de las economías de la OCDE.

**Cuadro III. 4**  
**IMPLICACIONES DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD**  
**INTELLECTUAL (DPI) SOBRE EL DESARROLLO DE NUEVAS**  
**TECNOLOGÍAS RENOVABLES**

<b>Tecnología</b> <b>Consideraciones</b> <b>generales</b>	<b>Fotovoltaica</b>	<b>Biocombustibles</b>	<b>Eólica</b>
Limitaciones para reducir emisiones o participar en el mecanismo de desarrollo limpio del Protocolo de Kyoto originadas por DPI en los mercados de energía	Pocas limitaciones	Sin limitaciones	Podrían surgir limitaciones, pero es probable que solo impliquen el pago de una pequeña regalía
En los grandes países en desarrollo hay mucha preocupación respecto del futuro de los mercados de energía	Posibles limitaciones para obtener tecnologías avanzadas protegidas por DPI	Eventuales barreras o demoras para obtener tecnologías celulósicas	Habría riesgo de prácticas monopólicas por concentración del mercado
Limitaciones derivadas de DPI para entrar en el mercado como productor de componentes clave e insumos	Posibles barreras a la obtención o creación de sistemas de producción de mejor calidad	El acceso a enzimas y microorganismos de conversión despierta preocupación debido al pago de regalías	Podría haber dificultades para obtener la tecnología más avanzada
Los DPI son la preocupación principal en esta área	Acceso a los estándares tecnológicos apoyados por los gobiernos	Barreras comerciales globales referidas a azúcar, etanol y biocombustibles. Acceso a estándares y tecnologías apoyados por los gobiernos.	Acceso a las tecnologías y estándares apoyados por los gobiernos; prácticas anticompetitivas

Fuente: John Barton, "Intellectual property and access to clean energy technologies in developing countries: an analysis of solar photovoltaic, biofuel and wind technologies", *ICTSD Issue Paper*, N° 2, Ginebra, 2007.

Es importantes subrayar que el concepto de transferencia de tecnología es engañoso y que sería más adecuado usar el de comercialización de tecnología. Hay un costo que muchas veces puede no estar al alcance de los países más pobres. Es por ello que los interrogantes sobre el tema de los DPI en tecnologías de bajo carbono no tienen una respuesta sencilla. Es necesario seguir muy de cerca los términos de las negociaciones de licenciamientos para evitar que los DPI se conviertan de hecho en una barrera a la difusión de tecnologías limpias en los países de menores recursos. En el próximo apartado se analizarán las razones que hacen que las políticas de gestión de los sistemas de propiedad intelectual sean una necesidad para la creación y difusión de conocimiento y la facilitación de la transferencia de tecnología.

#### **4. Nuevas fuentes de energía en la región: la importancia de las políticas públicas**

A continuación se presenta una serie de estudios de caso en países iberoamericanos (España, el Brasil, Barbados y México) sobre tres energías distintas (eólica, solar y biomasa). Mediante estos ejemplos se busca dar pistas respecto del papel que cabe a las políticas para estimular o restringir el aprendizaje sobre la innovación en tecnologías energéticas. Posteriormente se analiza la interesante experiencia mexicana de electrificación rural, que demuestra el potencial de las innovaciones en este ámbito, no solamente desde el punto de vista del sector en sí, o de los impactos medioambientales, sino también de las implicaciones en materia de inclusión social que tienen las innovaciones en el sector energético.

##### *a) España: avances en el uso de la energía eólica*

Las políticas españolas encaminadas a diversificar las fuentes de energía surgen a principios de los años ochenta. Su aparición fue una respuesta a una situación de crisis internacional provocada, en esa oportunidad, por el segundo embate de los precios del petróleo; además, fueron estimuladas por la creciente preocupación por los daños climáticos derivados del uso de combustibles fósiles. Sus resultados fueron significativos: la aptitud para absorber tecnología extranjera y, a partir de ella, crear capacidades locales ha permitido a España ingresar a mercados internacionales, como el de México. En 1995 la producción de energía eólica era prácticamente inexistente en España, mientras que en 2005 el país ocupaba la segunda posición mundial en cuanto a capacidad instalada para la generación de energía eólica (más de 10.000 megavatios) y, en 2009, un 11% de la oferta de energía ya provenía de esta fuente (del Río González, 2009).

Los instrumentos de política fueron el apoyo a la I+D, los subsidios a la inversión y a los productores locales, y las compras garantizadas a precios más altos que los del mercado durante un cierto número de años (Dinica, 2008). También se estableció por ley el acceso garantizado a las redes de distribución de energía renovable. Los esfuerzos innovadores incluyeron alianzas entre empresas extranjeras y locales, que facilitaron la absorción de tecnología foránea. Este proceso contó también con las

capacidades de ingeniería previamente acumuladas por las grandes empresas españolas de servicios públicos en el sector energético (Muñoz, Oschmann y Tabara, 2007).

El ejemplo más ilustrativo de aprendizaje sobre la generación de energía eólica es el de la empresa Iberdrola (Stenzel y Frenzel, 2008). En 1994 una de sus subsidiarias planeó la instalación de cinco unidades de generación de este tipo de energía, para lo cual otra subsidiaria, Gamesa, que contaba con amplia experiencia en diseño e ingeniería en la industria aeronáutica y en la de componentes automovilísticos, obtuvo de la empresa danesa Vestas una licencia exclusiva para producir y operar sus turbinas de 500 kW. Al mismo tiempo, una tercera subsidiaria se ocupaba de los servicios de ingeniería requeridos para la instalación y conexión a las redes de distribución, lo que permitió a Iberdrola participar en los diversos niveles de la cadena de valor. Este modelo de cooperación, integración y absorción de tecnología extranjera fue luego adoptado por otras empresas interesadas en la generación de energía eólica en España (Dinica, 2008).

El caso de España ilustra lo que puede lograrse con políticas que mantuvieron cierta continuidad en el tiempo y se combinaron con las capacidades existentes para posibilitar procesos de aprendizaje. En esta experiencia se consiguió redefinir el perfil de generación energética y abrir un horizonte de expansión productiva y de negocios con energía limpia.

### ***b) El Brasil y la producción de etanol***

El Brasil ofrece un ejemplo de los buenos resultados obtenibles con innovaciones energéticas que reducen el consumo de energía fósil. Desde mediados de los años setenta se han venido realizando en el país cuantiosas inversiones en la producción de etanol a partir de la biomasa. El programa nacional del alcohol (ProAlco) para la producción de combustible con caña de azúcar se inició en 1975, con la petrolera estatal Petrobrás en una posición de liderazgo. ProAlco y la Comisión Nacional del Alcohol (CNAL) administraron un programa amplio que incluía una demanda anual garantizada de etanol, reservas para asegurar la oferta, créditos subsidiados a la industria y a los productores de caña otorgados por el Banco do Brasil, la oferta obligatoria de etanol en las estaciones de servicio y subsidios al precio del etanol para estimular su

uso. Este programa fue una apuesta más arriesgada y novedosa que la de crear capacidades en el sector petrolero, pero produjo elevados retornos. El Brasil se convirtió en pionero en la producción de un nuevo tipo de energía, lo que hoy le permite disfrutar de una posición de liderazgo en el sector.

En efecto, el Brasil tiene la mayor industria para la producción de etanol después de los Estados Unidos, y esta actividad genera aproximadamente un millón de empleos. Al mismo tiempo, se realizó un esfuerzo sostenido en el tiempo con vistas a crear capacidades y llevar a cabo actividades de I+D. Estas iniciativas se dieron, por una parte, en la producción agrícola, buscando aumentar la eficiencia de la producción de caña de azúcar mediante la creación de nuevas variedades y formas inéditas de manejo y de control de enfermedades. El Instituto Agronómico de Campinas y el Centro de Tecnología de la Caña tuvieron un papel importante en ese esfuerzo innovador, que permitió elevar la productividad de las plantaciones de caña de azúcar de 3.900 kilos por hectárea a principios de los años ochenta a 5.600 kilos por hectárea en 2009. Por otra parte, la innovación también avanzó en el área de la producción industrial de etanol y en la adaptación misma de los vehículos al uso de etanol como combustible. En 2003 la industria automovilística brasileña diseñó y produjo los motores de tipo Flex, que permiten usar indistintamente etanol o gasolina como combustible. En 2005 las ventas de autos Flex representaban un 57% del total, de modo que en 2007 la participación de los vehículos de este tipo en la flota brasileña llegaba a un 21% y correspondía al etanol un 16,7% del combustible consumido total. Los esfuerzos en el campo energético se han diversificado y hoy el Brasil es el país latinoamericano que cuenta con la mayor red de centros de I+D sobre la producción y uso de las nuevas energías renovables.

### *c) Calentadores solares en la isla de Barbados*

Otro estudio de caso interesante es el de la producción y uso de calentadores solares de agua en la isla de Barbados, en el Caribe. Se trata de un ejemplo mucho más modesto que el programa brasileño del etanol, pero interesante por sus implicaciones en cuanto a aprendizaje local. En Barbados hay una considerable penetración de la tecnología de calentadores solares, y se han instalado allí diversas empresas que operan bajo acuerdos de licenciamiento. A pesar de las bajas capacidades

tecnológicas iniciales, en el país se logró adoptar tecnologías que tienen elevados retornos económicos y efectos favorables sobre el medio ambiente.

La tecnología usada en la manufactura de los calentadores solares se basa en un sistema de termosifón. Este consiste en un colector de radiación solar y un tanque montados en el techo, conectados a un conjunto de cañerías y a un sistema eléctrico de respaldo. La mayor parte de los insumos son importados de los Estados Unidos, Alemania, China y Canadá, de modo que los productores locales realizan básicamente operaciones de montaje y operan bajo licencia. A pesar de ello, se han logrado innovaciones incrementales en cuanto a calidad del producto. El aspecto más promisorio es que, a partir de esta experiencia, los productores locales se han desplazado hacia nuevas áreas de uso de energías renovables, como las células fotovoltaicas y los sistemas eólicos. El gobierno está cambiando la legislación vigente con el fin de autorizar a quienes tienen excedentes de energía producida con células fotovoltaicas para que los vendan a la red de energía eléctrica.

La industria de calentadores de agua en la isla se inició a comienzos de los años setenta, en gran medida como respuesta al choque provocado por el alza de los precios del petróleo. Las operaciones comenzaron en un momento en que en la isla se buscaba activamente formas de reducir la dependencia del petróleo importado (Perlack y Hinds, 2003). La industria emplea aproximadamente a 230 personas, su producción anual es de 1.500 unidades y tiene potencial como para extenderse hacia otras áreas basadas en la energía solar. La expansión de la producción puede ser atribuida, en su momento inicial, a los incentivos ofrecidos por el gobierno a los productores locales. La legislación sobre incentivos fiscales promulgada en 1974 eliminó los aranceles aplicados a la importación de los insumos (que llegaban al 20%) y los impuestos sobre el consumo (30%). A partir de 1980 los consumidores fueron beneficiados con la deducción total del costo de instalación de los calentadores de agua. Sin embargo, los diversos incentivos otorgados fueron suprimidos en 1992, cuando la economía de Barbados comenzó a enfrentar dificultades para equilibrar la balanza de pagos. En 1996 se restableció el incentivo para la mejora de los hogares como un beneficio individual<sup>24</sup>.

<sup>24</sup> Véase "Solar technology and sustainable development, building on the Solar Dynamics Ltd experience [en línea] <http://tcdc.undp.org/SIE/experiences/vol2/Solar%20technology.pdf>.

Tres son las firmas que dominan el sector: Solar Dynamics Ltd (con un 60% del mercado), Sun Power (30%) y Aqua Sol (10%). La primera de estas fue pionera a nivel mundial al garantizar la temperatura del agua caliente obtenida con su sistema. Desde los años ochenta las ventas de estas unidades han mostrado un incremento constante, excepto durante las recesiones económicas de comienzos de la década de 1980 y mediados de la de 1990.

#### *d) La generación de energía eólica en México*

La experiencia mexicana con esta clase de energía tuvo menos éxito y no contó con el respaldo de políticas sostenidas en el tiempo. La empresa pública Comisión Federal de Electricidad (CFE) se encuentra entre las mayores y más eficientes generadoras de energía eléctrica de América Latina. La decisión de instalar una planta de energía eólica en 1993 constituyó una interesante oportunidad de aprendizaje. El proyecto, denominado La Venta I (que constaba de ocho turbinas y producía 2 MW), fue implementado en el estado de Oaxaca bajo la modalidad de planta “llave en mano”, para ser licitada posteriormente. Esta modalidad, sin embargo, no tomaba en cuenta el hecho de que en el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) ya existía una base local de producción manufacturera e ingeniería instalada, dedicada a áreas muy cercanas a la tecnología de turbinas de viento. El IIE producía a nivel de laboratorio aerogeneradores (con una capacidad de 1-1,5 kWh), lo que podría haberse convertido en el paso inicial de una trayectoria de aprendizaje<sup>25</sup>. Ese proyecto había registrado un factor de operación del 48% en los primeros dos años de funcionamiento, a un costo muy similar al de la energía geotérmica (cuatro centavos de dólar/kWh). Mientras tanto, la CFE, que tuvo posteriormente a su cargo la operación del proyecto, se preocupó más de la eficiencia operativa que de las trayectorias de aprendizaje, perdiéndose así una oportunidad de construcción de capacidades (Huacuz, 2005).

Durante los siguientes 10 años, el tema de la energía eólica siguió teniendo una baja prioridad. Sin embargo, en 2004 se inició una nueva planta, La Venta II, con 98 generadores y 86 MW de producción. Para licitar su construcción se usó el mismo sistema que en La Venta I, y las

---

<sup>25</sup> Comunicación personal con Marco Borja, encargado del proyecto de energía eólica del Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), principal entidad de I+D de la CFE.

empresas Gamesa e Iberinco obtuvieron los contratos para la construcción de plantas "llave en mano". Las empresas extranjeras quedaron a cargo de la fabricación de los generadores y de la ingeniería detallada y de diseño, mientras que las firmas locales se ocuparon de las obras de construcción civil. A nivel local solo se desarrollaron capacidades operacionales. A partir de 2008 se programaron inversiones para aumentar la capacidad de generación directa y de autogeneración en la industria manufacturera en 2.000 MW adicionales (CFE, 2007). Los nuevos proyectos han de ser implementados bajo una modalidad similar a la aplicada en las experiencias anteriores. Sin embargo, como se ha observado, esa modalidad de inversión no permitió aprovechar todo el potencial de aprendizaje posibilitado por los proyectos, como se hizo en el caso de España.

La experiencia mexicana contrasta con la española, en la cual hubo una mayor continuidad de las políticas y, por ende, de la acumulación de capacidades. El sistema se ha vuelto marcadamente dependiente del flujo de tecnología extranjera, con frecuencia a expensas de un más alto grado de desarrollo tecnológico local.

#### *e) La experiencia mexicana de electrificación rural*

México aporta una experiencia particularmente interesante de extensión de la electrificación rural mediante el uso de energías limpias, como las células fotovoltaicas y la energía hidráulica en pequeña escala. En el país el programa de electrificación rural se inició en 1977, bajo la administración de la CFE, y recibió un vigoroso impulso en 1988. En 1980 solo un 20% de la población rural mexicana tenía acceso a la electricidad, pero luego, en un breve período, fue posible extender esa cobertura, de modo que en 2008 ya alcanzaba al 90% de la población rural (un índice muy superior al del resto de los países latinoamericanos)<sup>26</sup>. Se avanzó así hacia dos de los elementos clave del concepto de sustentabilidad: un mayor peso de las fuentes limpias de energía y una mejora significativa del bienestar de la población más pobre. En 2006, México contaba con una capacidad instalada (células fotovoltaicas y pequeñas plantas hidroeléctricas) que podía generar casi 400 MW.

---

<sup>26</sup> No obstante, aún hay 3,6 millones de personas del medio rural que no disponen de electricidad (Huacuz, 2005).

Las razones que explican este éxito son varias, entre las cuales figuran la magnitud de la población rural, la abundante disponibilidad de energía solar y el esfuerzo sostenido y mancomunado del gobierno y diversas instituciones internacionales. A un monto relativamente modesto de inversiones públicas se sumaron considerables aportes del Banco Mundial, la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y Sandia National Laboratories, que totalizaron 1.000 millones de dólares dentro de un período de 15 años (Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte)<sup>27</sup>.

El programa mexicano de electrificación rural fue exitoso desde dos puntos de vista, el ambiental y el de la inclusión social. Sin embargo, se ha observado que el programa aún depende del apoyo internacional, cuya continuidad no está garantizada. Por otra parte, no se ha dado suficiente importancia al componente local de aprendizaje tecnológico e innovación, por lo que el peso de la importación de tecnología es muy elevado. Estos son algunos de los aspectos que se deberían considerar en la formulación de políticas en los próximos años.

En síntesis, en Iberoamérica se han realizado esfuerzos tendientes a promover la generación de energía a partir de nuevas fuentes renovables; no obstante, el aprovechamiento de tales fuentes aún es incipiente, a excepción de ciertas experiencias en España, México y el Brasil en materia de energía eólica y biocombustibles. Además, en la región es preciso que los esfuerzos e iniciativas apunten a potenciar fuentes renovables con elevadas tasas de innovación, para lo cual América Latina y el Caribe, como región con superávit de petróleo, puede emplear los recursos provenientes de su explotación para promover y desarrollar energías limpias, respaldadas por políticas públicas que perduren en el tiempo. Los ejemplos de España y Barbados sirven para ilustrar lo planteado: el apoyo gubernamental y un contexto que permita la evolución y avance de las políticas son elementos relevantes para obtener los éxitos esperados en la implementación de nuevas tecnologías. En la región, la innovación en el sector energético conduce no solo a la reducción de costos a largo plazo y al mejoramiento de su eficiencia y rentabilidad, sino que también es fundamental para responder a los desafíos planteados por el cambio

---

<sup>27</sup> Véase CCA [en línea] <http://www.cec.org/>.

climático y sus posibles efectos en la región; además, también puede ayudar a ampliar el acceso de los sectores más pobres a la energía y propiciar su inclusión social. Por consiguiente, en el debate sobre el cierre de la brecha en materia de tecnologías limpias debe abordarse el mejoramiento de las condiciones de transferencia tecnológica, de manera que las barreras para acceder a las tecnologías limpias no se conviertan en limitantes, más aún si se considera que la región se halla particularmente expuesta a los efectos ambientales.

## E. Innovación e inclusión social

La CEPAL concibe la inclusión social como una forma ampliada de integración social, la que define, a su vez, como un proceso que posibilita a las personas una participación en el nivel mínimo de bienestar consistente con el desarrollo alcanzado en un país. El concepto de inclusión sería más amplio que el de integración social en la medida en que, en lugar de poner el acento en una estructura a la cual los individuos deben adaptarse para incorporarse a la lógica sistémica, también supone un esfuerzo por adaptar el sistema de manera que pueda incorporar a una vasta gama de actores e individuos. En este sentido, la inclusión social implica la interacción entre la construcción de un sistema que asegure, por lo menos, un mínimo de bienestar a toda la población, por una parte y, por la otra, las reacciones de esta población que contribuyen a modelar y redefinir ese sistema. Por ello, la inclusión social supone no solo la mejora de las condiciones de acceso a canales de integración, sino también la promoción y aumento de las posibilidades de autodeterminación de los actores en juego (CEPAL, 2007d).

La vinculación entre dos conceptos dinámicos y multifactoriales como innovación e inclusión social no es lineal. Se pueden considerar, por lo menos, dos dimensiones de tal relación. Por una parte, la innovación como instrumento para la inclusión social y, por la otra, el objetivo de inclusión como guía de los procesos de innovación.

### 1. La innovación como instrumento para la inclusión social

Una primera aproximación a la incidencia de la innovación en la inclusión social surge de la consideración de que, a largo plazo, el motor del desarrollo económico es precisamente la innovación. Por ello, no es

posible concebir un proceso continuo de mejoramiento del bienestar sin la innovación. En este sentido, no puede haber avances sostenibles hacia la inclusión sin procesos continuos de innovación.

A un nivel más bajo de abstracción, el alcance de la innovación en tanto mecanismo para incrementar la inclusión social depende en alto grado del área o la trayectoria tecnológica en cuestión. Mientras las innovaciones tecnológicas a escala sectorial tienden a ser básicamente neutras o a tener efectos limitados en materia de inclusión (cabe preguntarse, por ejemplo, si es posible identificar las repercusiones sobre la inclusión de una innovación en la industria química), las tecnologías de uso generalizado y efectos sistémicos pueden influir significativamente. Dos innovaciones resaltan entre las que pueden ser estudiadas: las TIC y, estrechamente vinculadas a ellas, las relativas a organización y gestión.

Dado el papel fundamental que cumple la información tanto en la construcción de un sistema que posibilite una mayor inclusión como en la respuesta de la población a ese sistema, la forma en que se organice y gestione la información, conjuntamente con las posibilidades y los costos conexos, son factores determinantes de la eficacia que se logre. La innovación en materia de TIC y de gestión, al reducir el costo de creación, procesamiento y distribución de la información, incide positivamente en la inclusión, ya que permite la participación de un mayor número de actores sociales activos y una mayor densidad de comunicación entre ellos. No obstante, si bien en la gran mayoría de los casos una innovación en las TIC o en un sistema de gestión no puede aumentar la exclusión de un grupo de población en términos absolutos, la posición relativa de ese grupo sí puede deteriorarse si otros son beneficiados en mayor proporción. De ahí la necesidad de asegurar mediante políticas públicas no solo el acceso masivo a los resultados de la innovación, sino también su uso; esto significa que hay que trasformarla en un servicio público.

En general, asegurar el acceso y, más aún, el servicio universal, implica cerrar dos tipos de brecha. La primera, llamada brecha de mercado, es la que existe entre la situación de bienestar que resultaría de un funcionamiento eficiente del sistema de mercado, y la situación real, en la que se sienten los efectos de las fallas de ese sistema, tales como la concentración que lleva a tener poder de mercado y las externalidades no corregidas. Otra, llamada brecha de desarrollo, es la distancia entre

la situación óptima desde el punto de vista de la función de preferencia social y la solución eficiente de mercado. Cerrar la primera brecha implica corregir fallas de mercado; el cierre de la segunda requiere acciones de redistribución de ingresos o bienes tangibles o intangibles. La primera brecha puede ser manejada mediante políticas de regulación y defensa de la competencia; mientras que la segunda implica la puesta en práctica de políticas de redistribución o, incluso, de desarrollo productivo, en la medida en que aumentar el acceso suponga obtener reducciones de costo mediante acciones de fomento dirigidas a los productores.

## **2. La inclusión social como guía de los procesos de innovación**

Una manera diferente de abordar la relación entre innovación e inclusión es concebir esta última como un objetivo social con capacidad para dirigir la asignación de recursos humanos y financieros hacia ciertas áreas de la innovación.

En ese sentido se puede considerar la posibilidad teórica de que existan dos modelos extremos de coordinación de las actividades de innovación; en la realidad, como es habitual, las situaciones se ubican en un continuo entre esos extremos. En un primer modelo, de lejos el dominante, las innovaciones son coordinadas por el mercado a partir de señales, como tasas de ganancia derivadas de ciertos patrones de demanda. Estos casos incluyen situaciones en las que, por fallas de información o de coordinación, el Estado interviene, como lo hace frecuentemente, para impulsar determinadas trayectorias o senderos de innovación.

En el segundo modelo, las trayectorias de innovación son determinadas por necesidades sociales, que a menudo no se traducen en demandas con suficiente capacidad como para expresarse en precios. La coordinación de las actividades de innovación se hace en forma jerárquica, que se puede concretar de dos maneras: centralizada o descentralizada. Más aún, al igual que en el modelo en que la coordinación recae en el mercado, las innovaciones pueden ser de tipo tecnológico o de carácter social u organizativo.

Pese al predominio del primer modelo de coordinación, en este apartado la atención se centra en el modelo guiado por las necesidades sociales, por lo que se presentan ejemplos de sus cuatro dimensiones en la realidad latinoamericana (véase el cuadro III.5).

Cuadro III.5  
INNOVACIÓN GUIADA POR NECESIDADES SOCIALES

	Innovación tecnológica	Innovación organizativa
<b>Centralizada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Creación de vacunas no accesibles (H1B en Cuba)</li> <li>- Marcapasos en Uruguay</li> <li>- Insulina recombinante en el Brasil y la Argentina</li> <li>- Creación de vacunas para enfermedades no consideradas (<i>neglected</i>) o subinvestigadas (<i>under researched</i>): malaria y enfermedad de Chagas en la Argentina y el Brasil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Centros oftalmológicos en el marco de la cooperación intrarregional</li> <li>- Modelos de detección de demandas sociales (Plan de Atención Nacional de la Emergencia Social (PANES), Uruguay)</li> </ul>
<b>Descentralizada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollo de probióticos a partir de queso de cabra en Tucumán, Argentina.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas de riego para la pequeña producción familiar (Aglomeración Productiva Local (APL) Pingo d'água, Ceará, Brasil)</li> <li>- Consorcio de fabricantes de calzados (APL Birigüi, São Paulo, Brasil)</li> </ul>

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

En materia de innovaciones tecnológicas orientadas por demandas sociales atendidas centralizadamente, la biotecnología abre un importante potencial de innovación en procesos y productos que puede orientarse hacia la inclusión social. En el caso de la demanda de salud, innovaciones de este tipo pueden lograr dar acceso a medicamentos mediante soluciones menos costosas que posibiliten una cobertura mayor. Se fortalecen de este modo la equidad y las capacidades de innovación. Así lo ilustra la creación y manufactura de vacunas en Cuba (véase el recuadro III.2). En forma menos consolidada, en la Argentina y el Brasil existen líneas de investigación biotecnológica orientadas a la creación de nuevas vacunas para las denominadas enfermedades de poco interés para el mercado (*neglected*), o subinvestigadas (*under researched*), como el mal de Chagas o la malaria. Según estimaciones de la organización no gubernamental Médicos sin Fronteras, entre 1975 y 1999 se crearon solo 15 nuevas drogas para enfermedades tropicales, mientras que para las cardiovasculares aparecieron 179 (Sutz y Arocena, 2006).

**Recuadro III.2**  
**NECESIDADES SOCIALES COMO DETONANTE DE LA INNOVACIÓN:**  
**VACUNA CONTRA LA INFLUENZA TIPO B EN CUBA**

El protagonista de este caso es el Centro de Estudios de Antígenos Sintéticos de la Facultad de Química de la Universidad de la Habana en Cuba. A comienzos de los años ochenta, los científicos cubanos se formaban en el extranjero y adoptaban las mejores prácticas en síntesis de carbohidratos. De regreso a su país, iniciaron la búsqueda en la literatura de moléculas interesantes para abordar diversas enfermedades que afectaban a la población cubana. Unos meses antes, un científico inglés había encontrado una molécula que podía atacar la lepra, por lo que empezaron a tratar de determinar las características de esta enfermedad contagiosa. Hubo una convergencia entre este hecho científico y la campaña nacional para erradicar dicha enfermedad en el país. Gracias a la difusión simultánea de técnicas de diagnóstico que permiten tomar muestras masivas, a principios de los años noventa la lepra dejó de ser endémica en Cuba.

Esta trayectoria abrió nuevas oportunidades para buscar avances orientados socialmente. Este es el caso reciente de la vacuna contra la influenza tipo B, que es causa de meningitis, neumonía y otras afecciones. En los países desarrollados se produjo una vacuna conjugada que daba solución a estas enfermedades, pero su costo superaba ampliamente las posibilidades presupuestarias de un país en desarrollo. El precio de la vacuna era de 100 dólares por niño, mientras que para más del 50% de los niños del planeta solo se dispone de 1 dólar para todas sus vacunas. Esto indujo a buscar otras vacunas conjugadas. La investigación se orientó hacia la creación de procesos inéditos de producción, a partir de la síntesis de antígenos. A mediados de los años noventa se logró reproducir sintéticamente la vacuna, pero el costo de fabricación no era inferior al de los países desarrollados. En colaboración con científicos canadienses, en cinco años se ideó un procedimiento de producción menos costoso. Ante estos resultados se aceleró el proyecto y, en 1999, se inició la instalación de una planta que estaría lista para producirla en 2004. En noviembre de 2003 se anunció la obtención de la vacuna, que se registró ese mismo mes. En diciembre se consiguió el registro de la nueva planta y en enero de 2004 se comenzó a fabricar la vacuna, que actualmente forma parte de una vacuna pentavalente. La planta ha obtenido la aprobación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y ya provee de esta vacuna al Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF).

Fuente: V. Bencomo, "Ciencia y compromiso social", documento presentado en el seminario internacional Ciencia, tecnología, innovación e inclusión social, Montevideo, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)-Universidad de la República, 2007.

No obstante los éxitos logrados, estas experiencias son aún incipientes y acotadas, además de no estar exentas de problemas de fragilidad institucional. Este tipo de innovación tecnológica es altamente vulnerable en los países de la región en general, y más aun cuando se trata de innovaciones socialmente orientadas. Ilustra esta fragilidad el caso de la insulina recombinante producida por una empresa brasileña, a partir de su propia patente de proceso. La importancia social de la innovación radica en el gran número de personas insulino-dependientes que existe en el Brasil, mayoritariamente entre la población pobre. En términos sociales, es clave garantizar la oferta de estos productos farmacéuticos a la autoridad sanitaria a precios asequibles. Sin embargo, la relevancia social no fue tomada en cuenta cuando se decidió rechazar al proveedor local en una licitación oficial, lo que condujo a que la empresa fuera vendida a una multinacional farmacéutica, discontinuándose así esa trayectoria de innovación y producción.

Tampoco fueron sustentables otros casos de innovaciones incrementales que, si bien resultaban ser soluciones técnicas “apropiadas”, encontraron límites político-institucionales que truncaron su desarrollo (Thomas, 2009). La invención de un sistema de colectores de niebla en Chile a finales de los años ochenta refleja la magnitud de estos límites. La innovación apuntaba a proveer agua para la forestación a partir de la captura de humedad ambiente en la localidad de Chungungo (región de Coquimbo, en el norte de Chile)<sup>28</sup>. Si bien el sistema era sencillo de construir, requería baja tecnología, resultaba fácilmente asimilable por usuarios con escasa formación tecnológica y, además, se había obtenido considerable apoyo financiero de la cooperación internacional, la iniciativa no logró consolidarse. De los 92 colectores instalados entre fines de los años ochenta y 1996, solo funcionaban 12 en 2001. Las razones del fracaso de esta experiencia se vincularon a aspectos sociales e institucionales, como la privatización de la empresa local de servicios sanitarios, la inexistencia de una estructura local permanente de toma de decisiones y gestión, la falta de mantenimiento por no contarse con técnicos calificados y la consecuente desconfianza de los pobladores ante una tecnología inestable y poco confiable.

En resumen, hay resultados muy promisorios en lo que se refiere a la exploración de espacios de innovación que atiendan demandas de inclusión social. Sin embargo, estas iniciativas no están libres de conflictos ni de dificultades en cuanto a organización, intensidad y dirección del esfuerzo innovador. Las experiencias positivas no se pueden generalizar si no están respaldadas por un conjunto de políticas e instituciones que interactúen con la demanda social y se refuercen mutuamente.

Las experiencias de países de la región en el área de las innovaciones organizativas guiadas por objetivos sociales y emprendidas a partir de iniciativas centralizadas han sido importantes en diversos sectores, en los que se han realizado considerables esfuerzos en pro de la extensión del acceso para incluir a los grupos más pobres. En distintos países de la región el sector público está implementando innovaciones encaminadas a detectar tanto las demandas sociales como los modelos de gestión

---

<sup>28</sup> El sistema consistía en un conjunto de estructuras rectangulares de 4 metros de altura por 12 de largo, con mallas dobles de nylon, sumado a un dispositivo de almacenamiento y distribución; era administrado en conjunto por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y el comité local de aguas.

para resolver problemas de este tipo mediante el uso de tecnologías ampliamente difundidas (Sutz y Arocena, 2006). Este es caso del Plan de Atención Nacional de la Emergencia Social (PANES) en Uruguay, en cuyo marco, a partir de distintos métodos sistemáticos de detección de necesidades sociales y de una red informatizada de oficinas locales de previsión, se ha vuelto posible diseñar intervenciones focalizadas<sup>29</sup>.

En el caso de los problemas de salud, los nuevos modelos de prevención, vacunación e implementación de sistemas de detección participativa de las necesidades sanitarias constituyen innovaciones que están tomando impulso en los programas nacionales de salud de diversos países de la región. Estas innovaciones sociales son acompañadas, por una parte, de mejoras de la infraestructura para conservar, usar y distribuir los medicamentos. Por la otra, se busca un modelo de salud diferente, que no esté a la espera del paciente, sino que salga a buscarlo. En Cuba y, recientemente, en la República Bolivariana de Venezuela, se están llevando adelante iniciativas de este tipo.

Innovaciones como estas han permitido que poblaciones marginadas por causas sociales, de localización o ambas, tengan acceso a soluciones médicas técnicamente disponibles. La creación de centros oftalmológicos en el marco de la cooperación intrarregional en más de 10 países de la región, como el Estado Plurinacional de Bolivia, el Ecuador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, el Paraguay, el Perú, la República Bolivariana de Venezuela y el Uruguay, entre otros, es un ejemplo relevante, ya que esta iniciativa permitió dar una vida normal a gran parte de la población excluida por problemas de salud que, desde hace décadas, busca soluciones médicas (cataratas y trastornos refractivos).

Las innovaciones médico-sociales han tenido especial éxito en países con una alta relación entre profesionales de la salud y habitantes, como ocurre en Cuba y el Uruguay<sup>30</sup>. Las innovaciones, tanto tecnológicas

<sup>29</sup> La combinación de un sistema de detección de demandas sociales a partir de encuestas y registros informatizados con una red de oficinas de previsión locales permite atender a la población sobre la base de distintos programas, como los de alfabetización, de asistencia a la vejez, de apoyo a personas en situación de calle, y de uso de tarjetas magnética para la adquisición de alimentos y productos de higiene personal y del hogar en un conjunto de pequeños comercios adheridos. Véase Sanseverino (2008).

<sup>30</sup> Ponencia de Yamandú Bermúdez y Judith Uturbey sobre la experiencia del Hospital de Ojos, en el seminario internacional ciencia, tecnología, innovación e inclusión social, UNESCO-Universidad de la República, Montevideo, 2008.

como organizativas, orientadas por la demanda también pueden llevarse adelante de manera descentralizada, forma que posiblemente sea la más adecuada para crear o fortalecer la inclusión social, pues aumenta el sentido de participación y, por ende, de pertenencia de los actores en juego.

En materia de innovaciones tecnológicas gestadas descentralizadamente, un caso interesante es la reciente creación local de un probiótico de uso social en la Provincia de Tucumán (Argentina), como resultado de la colaboración entre un instituto científico y los productores de la región (véase el recuadro III.3). Este es un proyecto que conjuga innovaciones de punta (producción de alimentos funcionales mediante el uso de modernas biotecnologías en centros de investigación de excelencia del país), con necesidades sociales (problemas de salud de la población infantil entre familias de bajos recursos), e inclusión social (en las regiones del noroeste argentino la cría de caprinos para leche es una de las actividades rurales de los campesinos pobres, quienes podrían ser incorporados a este programa mediante procesos asistidos de reconversión tecnológica y articulación en cadenas de valor orientadas a la solución de problemas sociales).

Finalmente, en relación con innovaciones organizativas impulsadas descentralizadamente, la región cuenta con una amplia experiencia en materia de políticas que fomentan las aglomeraciones productivas locales, también conocidas como clusters o APL (arreglos productivos locais) en el Brasil<sup>31</sup>. En ese campo existen experiencias incipientes que han logrado generar procesos sistémicos de aprendizaje con orientación social a partir de agrupamientos territoriales. Desde la perspectiva de la inclusión social, este tipo de sistemas locales o clusters concuerdan con el hecho de que los grupos sociales más vulnerables no circulan mucho más allá de territorios específicos y delimitados (Wacquant, 2001). Por consiguiente, las experiencias de inclusión social con estas características tienden a desplegarse en el ámbito de su alcance geográfico (aunque obviamente no se agotan en él). Hay algunos casos exitosos de

---

<sup>31</sup> Los APL son aglomeraciones territoriales de agentes económicos, políticos y sociales –centrados en un conjunto específico de actividades económicas– vinculados entre sí, aunque sea en forma incipiente. Generalmente involucran la participación e interacción de empresas y sus variadas formas de representación y asociación; incluyen también otras instituciones públicas y privadas dedicadas a la formación y capacitación de recursos humanos (como escuelas técnicas y universidades), al igual que a la investigación, el desarrollo y la ingeniería, la política, la promoción y el financiamiento (Cassiolato y Lastres, 2001).

innovaciones socialmente orientadas que luego se expandieron hacia otras experiencias, a partir de un aprendizaje institucional que puede definirse como de “abajo hacia arriba”.

### Recuadro III.3 CREACIÓN DE UN PROBIÓTICO PARA AYUDAR AL CONTROL DE LA DIARREA INFANTIL EN LA ARGENTINA

El Centro de Referencia para Lactobacilos (CERELA) es un organismo de investigación constituido por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y la Universidad Nacional de Tucumán, dedicado al estudio de bacterias lácticas para las áreas de alimentos y salud humana y animal. Es un centro de referencia en el MERCOSUR y a nivel internacional en sus áreas de especialización.

En el año 2006 se creó allí un probiótico de uso social, con acciones benéficas en el caso de la diarrea infantil. El probiótico fue introducido en un yogur de leche de cabra con el propósito de distribuirlo en comedores escolares de regiones pobres de la Provincia de Tucumán. En el proyecto participaron más de 150 personas y se llevó adelante con la colaboración de la empresa local Cerros Tucumanos, que fabricó el placebo, el Gobierno de Tucumán, que permitió abrir los comedores, y un equipo de médicos nutricionistas, estudiantes universitarios de nutrición e institutos terciarios que evaluó los resultados mediante muestras de saliva de los niños; se contó asimismo con la participación de los padres, que recibieron capacitación y permitieron que sus hijos tomaran parte en la experiencia.

El programa tuvo éxito y el Gobierno de Tucumán hizo un convenio con el CONICET y la empresa para entregar el yogur a 56.000 niños de diversas escuelas. Se espera que en 2009 se duplique el número de niños incluidos en el programa. Otra expectativa es la de poder ampliar esta experiencia a nivel nacional, con vistas a incorporar el probiótico en alimentos que formen parte de la dieta infantil cotidiana en distintos lugares (por ejemplo, en Santiago del Estero se incorporaría en el queso).

Fuente: Entrevista realizada a la Dra. Graciela Font, directora del CERELA.

De los numerosos casos de aglomeraciones productivas que han tenido éxito en materia de innovación se presentan a continuación dos experiencias localizadas en regiones del Brasil muy diferentes por sus características socioeconómicas: una, en una zona subdesarrollada del nordeste del país, y la otra, en una de las regiones más avanzadas del sudeste. Ambas son ilustrativas de las oportunidades y limitaciones que conlleva este tipo de innovación en contextos diferentes.

El primer ejemplo es el del APL de Pingo D'água, ubicado en el municipio de Quixeramobim (Ceará), en la región semiárida del nordeste del Brasil. Este sistema local de innovación se estructuró a partir de la auto-organización de un grupo de agricultores familiares (Cassiolato, Couto Soares y Lastres, 2008). Los productores, interactuando con las autoridades políticas locales, buscaron alternativas para superar las precarias condiciones de vida asociadas a la pobreza y a la sequía, comunes en esa parte del país. Gracias a los esfuerzos y articulaciones de coordinación, se suscribió un acuerdo con la municipalidad y con

universidades brasileñas y francesas. Como resultado del acuerdo se llegó a la creación y uso efectivo de una tecnología para perforar pozos tubulares adecuados para áreas arenosas y acordes con las necesidades de los productores familiares. Hasta ese momento, las políticas relativas a infraestructura para enfrentar la sequía en la región se centraban en proyectos de irrigación de amplia envergadura, cuya operación era determinada por las necesidades a gran escala de las agroempresas. Por lo tanto, para el conjunto de los pequeños productores se trató de una innovación radical, ya que pasaron de una agricultura de subsistencia a una agricultura moderna con irrigación que les permite vender en los mercados local y regional.

La tecnología ideada fue una condición necesaria, pero no suficiente para el éxito de la experiencia. Para llegar a un buen resultado, la innovación tecnológica requirió otros determinantes sistémicos, como una organización previa de los productores (que favoreció el aprendizaje compartido), la participación de los actores políticos locales (para estructurar y coordinar el sistema local, canalizar el financiamiento y los acuerdos de cooperación y ofrecer garantías de compra), el apoyo de las universidades e instituciones especializadas (Secretaria da Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária (SEAGRI); Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER); Servicio Brasileño de Apoyo a las Micro y Pequeñas Empresas (SEBRAE)), y la interacción entre el conocimiento local y el científico. Cabe mencionar, además, que el entrenamiento y la capacitación de los agricultores para el uso de la nueva tecnología fueron vitales para el crecimiento de la producción y el fortalecimiento de la sustentabilidad del APL (Filho, 2006). Los cambios radicales realizados y sus potentes efectos no hubieran sido posibles sin estos otros factores sistémicos.

Entre los principales resultados obtenidos con la introducción de la innovación interesa destacar el aumento de la productividad, la ampliación de la gama de productos, la mejora de su calidad y el reforzamiento de la inserción de los agricultores de Pingo D'água en los mercados en que actúan. Sin embargo, estos efectos fueron acompañados de un aumento de los costos del emprendimiento (una vez que se ha pasado a una agricultura moderna), en tanto que el esfuerzo no se reflejó en la participación en el mercado externo, no redujo los costos del trabajo y los insumos ni hizo descender el consumo de energía eléctrica (Amaral Filho, 2006).

Algunos de los principales aspectos positivos identificados en esta experiencia, que ha sido adoptada como modelo por la política de desarrollo local en el estado de Ceará, fueron los siguientes: la participación efectiva de los distintos actores (agentes productivos, políticos locales, gobierno del estado, universidades, organizaciones no gubernamentales e institución financiera); la presencia de capital social; la convergencia entre los participantes del APL en términos de ideas y valores, y la gran intensidad con que se introdujeron innovaciones de productos y procesos. A la vez, entre los puntos débiles se reconocen ciertos problemas que restringen la capacidad de expansión del emprendimiento: la limitada oferta de agua (que dificulta la entrada de nuevos productores y el incremento del área de producción); el monto del capital inicial requerido, que resulta elevado para los patrones de acumulación local (y también obstaculiza la entrada de nuevos productores); el difícil acceso al crédito bancario, y la ausencia de un sistema de control de la cantidad producida y vendida, así como también de los costos de producción (Amaral Filho, 2006). Pese a estas limitaciones, la aglomeración productiva de Pingo D'água sigue siendo un buen ejemplo de que en la región es posible gestar procesos sistémicos de aprendizaje con orientación social a partir de agrupamientos territoriales y que su éxito se apoya en la interacción y colaboración de múltiples actores e instituciones.

El Brasil ofrece un segundo ejemplo exitoso de innovación organizativa descentralizada: el caso del APL de calzado de Birigüi, municipio localizado en la región noroeste del estado de São Paulo y altamente especializado en la producción de calzado infantil elaborado con materias primas sintéticas.

Durante la década de 1990, los efectos de la apertura del comercio exterior y de las reformas macroeconómicas impulsaron a las empresas e instituciones locales a emprender estrategias de capacitación y cooperación, que dieron por resultado innovaciones de productos, procesos y gestión de la producción que, a su vez, permitieron incrementar la competitividad. Las estrategias adoptadas para eludir los efectos de la crisis fueron básicamente dos. Por un lado, el enfoque hacia el mercado externo se encaró mediante la creación en 1999 de un consorcio de empresas, la Associação dos Pequenos e Médios Exportadores de Birigui (APEMEBI). Esta fue una iniciativa de las empresas líderes locales, que contó con el apoyo de instituciones como el SEBRAE, el Sindicato Patronal y la Agência

Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (APEX). En 2002, la reorganización de la estructura de gestión del consorcio y la creación de una marca propia (Brazon) favorecieron un aumento de las exportaciones de calzado producido en Birigüi<sup>32</sup>. Por otro lado, para obtener mejores resultados en los mercados globales también fue relevante el papel desempeñado por la empresa Pesquisa & Produto (Investigación y Producto), agente coordinador de las investigaciones sobre las tendencias de moda en los principales centros europeos, que transmitió información y asesoró a las firmas locales en el marco de contratos de colaboración.

Con respecto a las innovaciones de producto, se han logrado diversos avances: modificaciones de diseño, concepción y diferenciación; uso de nuevos materiales (similares al cuero, pero más baratos); aplicación de nuevas tecnologías; creación de nuevas matrices; empleo de componentes preformateados, y realización de estudios sobre el comportamiento del consumidor final. En cuanto a las innovaciones de proceso cabe mencionar, entre otras, la adopción de procesos más flexibles (para más de un solo producto en la línea de producción); la adquisición de máquinas y nuevas tecnologías; los cambios en los procesos de fabricación y mantenimiento de máquinas (preventivo). Finalmente, entre las innovaciones en la gestión de la producción de calzado del APL de Birigüi se destacan los nuevos métodos de control de materias primas; la creación de nuevos cargos de autoridad (líderes en cada sector y un gerente de producción general); el establecimiento de células de fabricación (mini-fábricas); la relocalización de unidades fabriles; la realización de programas de entrenamiento y capacitación; la utilización de círculos de control de calidad y el uso de programas computacionales de gestión de la producción (Graça, 2007).

En este caso, al igual que en el del APL de Pingo D'água en el nordeste brasileño, se observa que el éxito de la iniciativa tiene un importante componente sistémico. No solo la organización y la colaboración entre los productores de calzado (que ha favorecido el intercambio de experiencias entre firmas), sino también la participación de los actores políticos locales y el apoyo de instituciones como la Federación de Industrias del Estado de São Paulo (FIESP), el Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial (SENAI), el Servicio Social de la Industria (SESI) y el SEBRAE, que ofrecieron cursos y seminarios a los fabricantes y equipos de trabajadores,

---

<sup>32</sup> Según Graça (2007), las exportaciones de la marca Brazon aumentaron de 398.713 dólares en 2001 a 1.662.359 dólares en 2005, y se dirigieron a 28 países.

han promovido la orientación y la capacitación necesarias para desarrollar las capacidades internas de las empresas, las cuales llevaron a los cambios tecnológicos reflejados en la mejora de los productos, procesos y gestión del APL (Graça, 2007).

Otra iniciativa brasileña importante en materia de innovación para la inclusión es la creación del Banco de Tecnologías Sociales de la Fundación Banco do Brasil que, desde 2001, lleva adelante un proceso cuyo objetivo es premiar y certificar casos exitosos de innovación referidos a este tipo de tecnologías. Mediante el premio se pretende identificar, certificar, recompensar y difundir tecnologías sociales que contemplen productos, técnicas o metodologías replicables, desarrolladas en interacción con la comunidad y que representen soluciones reales de transformación social. El concepto remite a una propuesta innovadora de desarrollo en la que se considera la participación colectiva en los procesos de organización, desarrollo e implementación de tecnologías. Se basa en la difusión de soluciones a problemas vinculados a demandas sociales en áreas como alimentación, educación, energía, vivienda, ingreso, recursos hídricos, salud y medio ambiente, entre otras. Estas tecnologías vinculan sabiduría popular, organización social y conocimiento científico y tecnológico<sup>33</sup>.

A nivel regional, una experiencia similar de amplio alcance es el concurso de Experiencias en innovación social en América Latina y el Caribe, impulsado por la CEPAL con el apoyo de la Fundación W.K. Kellogg, cuya finalidad es identificar y promover iniciativas en las que haya una activa participación de la comunidad y se ayude “a la gente a ayudarse a sí misma” mediante la aplicación práctica del conocimiento y los recursos para mejorar la calidad de sus vidas y las de las generaciones futuras. Este proyecto, que comenzó en 2004, en los cinco ciclos que lleva

---

<sup>33</sup> El premio Fundación Banco do Brasil de Tecnología Social se divide en etapas. Todas las tecnologías inscritas participan en la primera, la de certificación. Las tecnologías certificadas, además de pasar a la etapa siguiente, la de selección, reciben un Certificado de Tecnología Social, otorgado por la Fundación, la UNESCO y Petrobrás. Hasta fines de 2008, se había ingresado 451 tecnologías al banco de datos. En la edición 2009 del premio se inscribieron 609 experiencias, de las que 325 estaban relacionadas con educación; 113, con generación de ingreso; 108, con medio ambiente, y 65, con salud. De esas inscripciones se seleccionaron 114, que recibieron el certificado correspondiente. En esta última edición se incluyeron dos nuevas categorías de singular importancia: “Participación de las mujeres en la gestión de tecnologías sociales” y “Derechos de los niños y adolescentes y protagonismo juvenil” (véase el sitio web de la Fundación Banco do Brasil [en línea] <http://www.tecnologiasocial.org.br/bts/APPS/estatico/index.jsp>).

hasta la fecha ha recibido 4.800 iniciativas provenientes de los países de la región, en las áreas de salud, educación, seguridad alimentaria, juventud, responsabilidad social y desarrollo rural.<sup>34</sup>

El éxito de ciertos procesos de innovación descentralizada orientados por necesidades sociales muestra que, en algunas situaciones, impulsar este tipo de innovaciones, que combina satisfacción de necesidades, atención del mercado y activa participación directa de los actores involucrados, puede resultar eficiente. Más aún, de las experiencias de las cuatro clases de trayectorias de innovación guiadas por necesidades sociales se desprende que es necesario repensar la configuración institucional de los sistemas de innovación. Un sistema socialmente orientado requiere un conjunto de nuevas posibilidades, tanto en cuanto a formación como a tipos de empleo, que han sido dejadas de lado en la región. Las innovaciones que propician el acceso y la inclusión suponen la posibilidad de ampliar radicalmente el espacio público. El papel del Estado en este tipo de mercados es clave para el financiamiento y también para viabilizar el surgimiento y la articulación de mercados masivos, por ahora inexistentes.

Como conclusiones del presente capítulo las experiencias presentadas, pese a su limitado alcance, muestran que es posible combinar los objetivos de crecimiento económico, inclusión social y sostenibilidad ambiental. Más aún, las formas de innovación descentralizadas o de abajo hacia arriba conjugan tres elementos esenciales para incrementar la eficiencia y el sentido de pertenencia, aspectos cruciales para la inclusión social: el conocimiento científico y tecnológico, la sabiduría popular y las formas organizativas con altos niveles de autodeterminación y participación.

En todos los apartados se ha visto que las nuevas tecnologías cumplen un papel fundamental, en especial las TIC y las biotecnologías, que inciden de manera particularmente potente en los servicios modernos, las industrias creativas y el complejo agroalimentario. En el sector del turismo, por ejemplo, las TIC han permitido reducir las desventajas que afectan a las micro y pequeñas empresas hoteleras frente a las grandes cadenas del ramo. Los sistemas de reservas y contratos vía Internet han

---

<sup>34</sup> Véase Rodríguez y Alvarado (2008) y el sitio web [en línea] <http://www.eclac.org/dds/Innovacionsocial/>.

hecho descender los costos de transacción, acercado los consumidores a las pymes y permitido la permanencia en esta actividad de una estructura que comprende empresas de diferentes tamaños. Las TIC también han facilitado la externalización y deslocalización internacional de servicios con un valor agregado relativamente alto, lo que ha abierto oportunidades a regiones y agentes anteriormente marginados de las grandes cadenas globales de valor. En los servicios financieros, por su parte, las innovaciones en materia de telefonía y comunicaciones móviles han hecho más expedita la realización de operaciones a personas, e incluso micro empresas, sin acceso al sistema bancario. La globalización de los servicios ha tenido una poderosa incidencia en las industrias creativas, si bien en dos dimensiones opuestas: ventajas derivadas de la apertura de nuevos mercados, con las consiguientes oportunidades de negocios, y amenazas originadas por manejos ineficientes y asimétricos de los DPI.

En el complejo agroalimentario, el papel predominante ha correspondido a las tecnologías biológicas, en especial a la moderna biotecnología, que ha incidido positivamente en los rendimientos agrícolas de diversos cultivos, en especial el de la soja en varios países de América del Sur. Estos avances solo fueron posibles a partir de la acumulación de conocimientos y experiencias por parte de instituciones, mayoritariamente públicas, creadas durante los años sesenta y setenta. Entre estos institutos de investigación agropecuaria interesa destacar la dinámica de algunos de ellos, como EMBRAPA, del Brasil, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) de la Argentina y el de Chile. La primera de estas instituciones desempeñó un papel crucial en el desarrollo de tecnologías y procesos para la producción eficiente de biocombustibles, contribuyendo así significativamente a la diversificación de la matriz energética. En este ámbito también hay experiencias exitosas de uso de otras fuentes nuevas de energía renovable, en particular las de tipo eólico y solar. Estos avances pueden ejercer un favorable y vigoroso efecto sobre los esfuerzos encaminados a identificar senderos de desarrollo sustentable.

Las experiencias en materia de innovación social también han tenido repercusiones positivas, tanto en aquellos casos en que se han realizado de manera centralizada, como en otros en los que las fuerzas motrices han operado fundamentalmente desde abajo hacia arriba. Así lo demuestran

las aglomeraciones productivas locales que se han consolidado en la región. En este contexto, resalta la labor del SEBRAE, del Brasil, que ha realizado programas de apoyo a los APL a través de todo el país.

En conclusión, en los casos estudiados se constata que los esfuerzos del Estado, concretados en la formulación de políticas públicas y la creación de la necesaria institucionalidad, han tenido una gran incidencia en los resultados. Tres tareas son fundamentales para seguir avanzando: i) identificar nuevas actividades en las que se haga uso de este tipo de tecnologías, incorporarlas a bases de datos y difundirlas; ii) descubrir y aprovechar sinergias entre las tecnologías productivas y sociales identificadas, y iii) extender su alcance para que puedan cubrir una parte más considerable de los espacios económicos y sociales de cada país, con especial énfasis en los grupos con mayores problemas de marginalidad.

## Capítulo IV

---

---

# **El proceso de aprendizaje en el diseño e implementación de las políticas de ciencia, tecnología e innovación**

### **A. Introducción**

En este capítulo se analiza el proceso de aprendizaje en el diseño de las políticas de ciencia, tecnología e innovación de los países de Iberoamérica y se resaltan aspectos como la arquitectura, la gestión institucional y la relación entre la universidad y la empresa. Estas políticas han adquirido un creciente peso en las estrategias de desarrollo y la mayor parte de los países iberoamericanos han transformado sus lógicas de intervención. En los años sesenta y setenta, se basaron en políticas de oferta selectiva orientadas a crear una base tecnológica para la industrialización; más tarde, se adoptaron políticas cuyo objetivo fue estimular la demanda

tecnológica del sector empresarial. Por último, se fue consolidando una perspectiva más amplia —y más congruente con las enseñanzas dejadas por la experiencia de políticas en la segunda mitad del siglo XX— que toma en cuenta el carácter sistémico de la innovación y la interacción entre los estímulos de la oferta y la demanda.

Durante el período inicial de la industrialización y hasta comienzos de los años ochenta, los gobiernos adoptaron modelos de intervención tendientes a expandir la capacidad productiva y a crear capacidades tecnológicas, basados en un modelo de arriba hacia abajo (*top-down*). Se lograron avances considerables en la creación de instituciones de ciencia, tecnología e innovación a medida que se diversificaban las estructuras productivas (sobre todo en el caso de los grandes países de la región). A partir de los años noventa se procuró modificar el diseño y los instrumentos de las políticas: junto con las reformas económicas se introdujo una perspectiva de intervención basada en políticas horizontales que privilegiaban la demanda del sistema productivo con una orientación desde abajo hacia arriba (*bottom-up*). Al mismo tiempo, se reformaron la infraestructura institucional y las rutinas organizacionales para premiar los estímulos originados en el mercado.

Ninguno de los modelos anteriores logró impulsar dinámicas de innovación adecuadas para reducir en el largo plazo las diferencias en cuanto a las capacidades tecnológicas con los países desarrollados, las que se han ampliado. Pero las enseñanzas y experiencias del pasado contribuyeron de manera gradual a consolidar una nueva perspectiva. La mayor parte de los gobiernos acepta hoy la idea de que producir, adoptar y difundir las innovaciones constituye un proceso de carácter sistémico en el que interactúan distintos agentes, como las instituciones dedicadas a la formación de recursos humanos y a las actividades de investigación científica (de base y aplicada), y el sistema productivo, donde las empresas compiten y así dan origen a nuevos procesos, productos y servicios. A su vez, se propaga la idea de que para gestionar la ciencia, la tecnología y la innovación se requieren instituciones de elevada jerarquía en la estructura gubernamental que logren coordinar sus acciones con los ministerios y órganos de gobierno que actúan en áreas clave, como por ejemplo la política educativa, la política industrial y la gestión de los sistemas de propiedad intelectual.

Cabe resaltar que las ideas anteriores describen tipos ideales de políticas de ciencia, tecnología e innovación que, en la realidad, se observan de manera imperfecta. No hubo una transición de un modelo de oferta puro a un modelo de demanda puro, sino que instituciones con distintos objetivos e instrumentos se fueron superponiendo unas sobre las otras y trajeron aparejadas soluciones que muchas veces resultaron poco operativas. En particular, el movimiento hacia las políticas de demanda de los años noventa logró debilitar y desarticular los viejos instrumentos del modelo de oferta más que construir un nuevo marco institucional que de hecho le diera prioridad a la demanda. La evolución del aprendizaje y la construcción institucional no fueron lineales. Por el mismo motivo, el actual consenso de que las políticas deben guardar una dimensión sistémica (articulando elementos *top-down* y *bottom-up*) solo tiene una manifestación tímida en la práctica. Avanzar hacia una reforma efectiva de las instituciones heredadas del pasado y redefinir y rearticular las diversas capas de instituciones creadas a partir de lógicas y contextos diversos son algunos de los principales desafíos a los que deberán hacer frente las políticas de ciencia, tecnología e innovación en los próximos años.

El presente capítulo está dividido en seis secciones, además de la introducción. En la sección B se resume de manera sintética la visión sistémica de las políticas de ciencia, tecnología e innovación como una alternativa a las distintas perspectivas lineares que predominaron en el pasado. En la sección C se analiza la evolución de dichas políticas, mostrando cómo se pasó de un enfoque basado en la oferta de tecnología (a partir de los años cincuenta) a un enfoque que apuntó, sin lograrlo, a dar un mayor papel a la demanda (a partir de fines de los años ochenta y noventa). En las secciones D y E se revisan, respectivamente, las políticas de ciencia, tecnología e innovación, los instrumentos adoptados en la región y los desafíos que encierra el articularlos de forma que la oferta y la demanda de tecnología interactúen de manera virtuosa. Además, se presentan algunas de las innovaciones realizadas en los últimos años en los instrumentos de política. Por su parte, en la sección F se aborda la relación entre la universidad y la empresa y los posibles espacios que pueden ser aprovechados con el fin de estimular la investigación y el desarrollo tecnológico, mientras que en la sección G, a su vez, examinamos otra dimensión institucional de creciente relevancia: los derechos de propiedad intelectual. Se argumenta que las reglas que definen la propiedad intelectual pueden y deben ser negociadas a la luz de los objetivos de

aprendizaje y competitividad en los países en desarrollo. Se sugieren también márgenes de libertad que pueden ser mejor aprovechados por esos países para evitar que la propiedad intelectual se transforme en una barrera a la difusión.

## B. La generación y adopción de tecnología: un proceso de carácter sistémico

Las empresas responden a las señales provenientes de su entorno para adquirir y adaptar la tecnología y mejorarla con el tiempo, lo que les permite acrecentar sus capacidades tecnológicas y ventajas competitivas. En sus decisiones tecnológicas influyen la estructura de incentivos, los mercados de factores y recursos (habilidades, capital, tecnología, proveedores) y las instituciones (educativas y de capacitación tecnológicas y financieras, entre otras) con las que interactúa la empresa. Por ello, la innovación constituye un proceso interactivo que vincula agentes diversos, algunos de los cuales (como las empresas) responden a incentivos de mercado, mientras que otros —como las universidades y algunos centros de investigación y desarrollo (I+D)— siguen estrategias y reglas pautadas por objetivos más amplios. El conjunto de agentes, instituciones y normas en el que se apoyan los procesos de incorporación de tecnología se denomina sistema de innovación o, por lo general, sistema nacional de innovación, el cual determina el ritmo y la dirección que adoptará el proceso destinado a elaborar, adaptar, adquirir y difundir los conocimientos tecnológicos en las diversas actividades productivas (Freeman, 1987; Nelson, 1993; Metcalfe, 1995).

Según este enfoque, los principales componentes de un sistema nacional de innovación se presentan y están articulados en tres niveles (Cimoli y Dosi, 1995). En primer término, las empresas y el sistema productivo son receptores cruciales —aunque no exclusivos— de los conocimientos, que, en buena medida, están incorporados en rutinas operacionales. Con el paso del tiempo, estas se modifican según reglas de conducta y estrategias de mayor nivel, como las que rigen las actividades de investigación y las decisiones de integración vertical y diversificación horizontal. En segundo lugar, existen redes de interacción entre las empresas y entre estas y las instituciones sin fines de lucro, los organismos del sector público, las universidades y las organizaciones dedicadas

al fomento de las actividades productivas. Por último, ciertas reglas se definen en el ámbito más amplio del país, como las políticas macroeconómica y comercial, que condicionan en gran medida los niveles anteriores.

Desarrollar y adoptar tecnología —y el consiguiente logro y mejoramiento de la competitividad internacional— constituyen así procesos de carácter sistémico, ya que el desempeño del sistema de innovación depende de sinergias y externalidades de diversas clases, independientes de las reacciones optimizadoras de las empresas frente a los cambios en los incentivos. Desde este punto de vista, las experiencias y habilidades adquiridas por los agentes del sistema de innovación establecen un contexto específico para cada país o región, que hace que un mismo conjunto de incentivos económicos origine respuestas diferentes en términos de innovación. En los países en desarrollo existen considerables fallas de información y escasas externalidades positivas, factores que restringen la capacidad de respuesta de sus empresas.

Mientras tanto, la mirada sistémica del proceso de innovación solo ha permeado con lentitud la gestión de políticas, que ha atravesado un proceso de aprendizaje que ya cumplió más de dos décadas. Hay sabias lecciones del pasado que alimentan la reflexión contemporánea sobre ciencia y tecnología en América Latina y que definen el punto de partida para la agenda futura. Este es el tema que abordaremos en las próximas secciones.

### C. Las etapas de las políticas de ciencia, tecnología e innovación en América Latina

Las políticas de ciencia, tecnología e innovación pasaron por diversas etapas en América Latina. Cada una de ellas estuvo asociada a una forma particular de ver las relaciones entre ciencia, tecnología e innovación y a una cierta concepción del cambio estructural deseable y del papel que el Estado y el mercado deben jugar en el desarrollo. La combinación de esos elementos define los modelos de política más destacados, que se analizan a continuación.

## 1. Las políticas de oferta selectiva

Durante los años de la industrialización por sustitución de importaciones, el sector público cumplió, directa e indirectamente, un papel fundamental, apoyando la generación de capacidades tecnológicas y creando la infraestructura institucional de ciencia y tecnología (CEPAL, 2002). Durante este período se implementaron políticas cuyos rasgos comunes pueden ser resumidos en los puntos siguientes.

### *a) Oferta institucional centralizada y selectiva*

El conocimiento y la innovación eran asimilados a bienes públicos; por ende, se suponía que para que se difundieran y circularan dentro de la economía sería suficiente estimular su producción en los sectores considerados estratégicos para el desarrollo. Se pusieron en marcha políticas de oferta selectiva que fomentaban conductas tecnológicas específicas según el tipo de empresa y el origen del capital. Al mismo tiempo, se utilizaron subsidios y aranceles para favorecer la capacidad de aprendizaje, la adaptación y la mejora de las tecnologías importadas (CEPAL, 2002)<sup>1</sup>.

### *b) Patrón lineal y “de arriba abajo” de la difusión del conocimiento*

Las políticas de ciencia y tecnología fueron orientadas por los gobiernos de la región y formuladas según las prioridades de desarrollo industrial identificadas a nivel público. Al mismo tiempo, el diseño de las políticas y los instrumentos se basaba en la suposición de que las innovaciones y el conocimiento codificado se transferían siguiendo una trayectoria lineal y unidireccional desde los centros de investigación y las universidades, es decir, desde la oferta hacia la estructura productiva, que representaba la demanda (Yoguel, 2003).

Al concentrarse en el sector público la creación del conocimiento, las políticas tecnológicas implementadas en la región durante la industrialización por sustitución de importaciones ocasionaron una fuerte

---

<sup>1</sup> Al analizar la planificación de las actividades de ciencia, tecnología e innovación, Chudnovsky y López (1996) demuestran que durante esa época prevalecieron los aspectos comerciales y cambiarios, a raíz de lo cual, estas políticas desempeñaron funciones de apoyo más que normativas y orientadoras.

distorsión. El 80% del gasto en investigación y desarrollo lo realizaba el Estado y la mayoría de esas actividades eran conducidas por sus empresas en los sectores de telecomunicaciones, transporte y energía. De la misma manera, les correspondió un papel protagónico a los institutos tecnológicos públicos relacionados con los sectores agrícola, energético, nuclear, minero, forestal y aeronáutico (CEPAL, 2002).

### *c) Control sobre la transferencia de tecnología*

Los contratos de transferencia y compra de tecnología incluían, entre sus metas, el incremento de las capacidades tecnológicas locales y el fomento de las exportaciones (Casalet, 2003). Asimismo, condicionaban las inversiones extranjeras al establecimiento de centros y programas de investigación locales.

A partir del final de la década de 1950, las políticas tuvieron como eje central la creación y la organización de instituciones, sobre todo estatales o públicas, cuyo objeto era llevar a cabo y difundir la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo científico (CEPAL, 2002). En esos años nacieron los consejos nacionales de ciencia, tecnología e innovación, que tenían como objetivos fundamentales crear institutos de investigación y universidades, modificar el sistema universitario y promover los proyectos de investigación<sup>2</sup>. Además, se crearon empresas públicas e instituciones dedicadas a apoyar la investigación científica y tecnológica en sectores específicos y estratégicos para el desarrollo industrial, como energía, transporte, servicios e industrias especializadas (CEPAL, 2002). A este proceso se le sumó la participación directa del sector público en actividades de formación y capacitación de los recursos humanos necesarios para el funcionamiento del sistema institucional y de empresas controladas por el Estado.

Las políticas y la infraestructura institucional dieron origen y apoyo a la creación de una base industrial y productiva. Sin embargo, el proceso de modernización quedó circunscripto a un conjunto de grandes conglomerados locales de algunos sectores de la economía (Katz, 1987;

---

<sup>2</sup> Por ejemplo, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de la Argentina, instituido en 1958, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México, creado en 1970, y el Consejo nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq) del Brasil, fundado en 1951 (véase Yoguel, 2003; Casalet, 2003; Pacheco, 2003).

Stumpo, 1998). Poco a poco, algunas dificultades de este modelo de gestión de la ciencia y la tecnología se fueron tornando más evidentes, las que pueden resumirse en tres aspectos principales.

En primer lugar, se adoptó una concepción determinista de la innovación tecnológica: se concebía que el avance científico daría lugar, por sí mismo, a la innovación tecnológica. Es verdad que la combinación de políticas orientadas a crear capacidades tecnológicas, sostener un constante flujo de inversiones públicas y proteger los sectores estratégicos de la competencia externa sentó las bases para la estructura productiva y la industrialización en la mayoría de los países de la región. Sin estas bases, no sería posible iniciar otras etapas del desarrollo de la capacidad tecnológica. No obstante, una estrategia de este tipo acumula problemas a largo plazo. A raíz de la adopción casi exclusiva de un modelo lineal de oferta, la demanda de las empresas —que operan y compiten en los mercados— ejerció una débil influencia en la investigación aplicada y, sobre todo, marginó la demanda de modernización por parte de sectores no considerados estratégicos.

En segundo lugar, a las estrategias de creación y desarrollo de infraestructura no se les sumó el diseño de políticas tendientes a armonizar y coordinar los diferentes organismos de ciencia, tecnología e innovación. Esta situación tuvo como resultado un conjunto fragmentado de organismos y políticas, con la consecuente superposición de iniciativas y desperdicio de recursos (Capdevielle, Casalet y Cimoli, 2000; Yoguel, 2003)<sup>3</sup>.

En tercer lugar, las características del modelo de gestión de las organizaciones explican también la poca flexibilidad y adaptabilidad de la infraestructura institucional a las demandas del sector productivo, que requería un mayor esfuerzo tecnológico aplicado a los problemas específicos surgidos del propio proceso de expansión y diversificación productiva, a los que el sistema de ciencia, tecnología e innovación era

---

<sup>3</sup> En efecto, el primer intento de armonización en la Argentina se dio en 1970 con la creación de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (SECTI), iniciativa que fracasó sin conseguir los resultados esperados. Por su parte, en Costa Rica, más que entre los organismos o dentro de ellos, la falta de coordinación se vio entre las actividades de los centros de investigación y las exigencias de las empresas, como consecuencia de la formulación de una política tecnológica no vinculada con la política industrial (Buitelaar, Padilla-Pérez y Urrutia-Álvarez, 2000).

incapaz de responder. Esto hizo que el sistema fuera aislándose cada vez más del sector productivo, lo que trajo aparejadas consecuencias negativas para la competitividad internacional de las empresas de la región.

Los problemas del patrón de industrialización y de ciencia, tecnología e innovación fueron acumulándose a lo largo de los años sesenta y setenta. La crisis de la deuda —que, en parte aunque no exclusivamente, reflejó los problemas de aprendizaje y competitividad— obligó a una reflexión profunda sobre la trayectoria seguida por las economías latinoamericanas. Tal como se verá, las respuestas instrumentadas tampoco fueron exitosas, pero sí dejaron algunas enseñanzas relevantes para el diseño de las políticas de ciencia, tecnología e innovación en los próximos años.

## **2. Del modelo lineal de oferta al modelo lineal de demanda**

En la década de 1990 surge una nueva política de ciencia, tecnología e innovación destinada a darle un mayor papel al mercado, que debería suplantar al Estado como promotor activo del desarrollo (Chudnovsky y López, 1996). Sin embargo, mientras que las políticas anteriores tenían una confianza excesiva en la capacidad del sector público de generar los conocimientos necesarios para la industria, las nuevas políticas le atribuían una omnisciencia similar al mercado. La intervención pública se justificaba solo para corregir las fallas de mercado (asimetría de información) o para suministrar bienes públicos, mientras que la demanda del sector privado se encargaría de guiar las actividades científicas y tecnológicas. Esta postura asimila el problema de la difusión y el progreso de la tecnología a la disponibilidad de información y el acceso a ella. Se creía que si se garantizaba este acceso, se podrían solucionar los problemas que surgían en estas áreas.

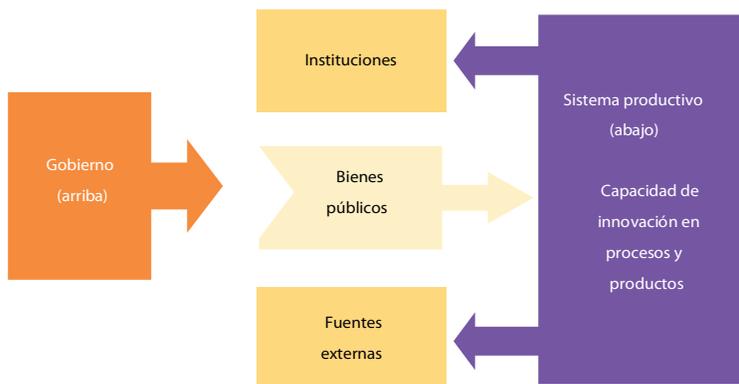
Desde esta perspectiva, la labor pública —incluido el financiamiento o la producción de conocimiento y tecnología en laboratorios e institutos de investigación estatales— sería un gasto innecesario que podía evitarse si se dejaba que las empresas adquirieran directamente tecnología extranjera. Como consecuencia de las nuevas políticas económicas, se fortaleció la tendencia a importar conocimiento y tecnología del exterior y se redujo al mismo tiempo el peso de las políticas públicas de oferta. Hubo una menor preocupación por desarrollar

capacidades tecnológicas endógenas. Por ello, las políticas industriales y tecnológicas empezaron a fundamentarse en un modelo donde los incentivos del mercado y la demanda del sector productivo sustituían la lógica de oferta predominante hasta el momento.

La demanda del sector productivo pasó a ser la principal variable que garantizaba una asignación de los recursos productivos eficiente. A su vez, para evitar distorsiones en el funcionamiento eficiente de los mercados, se impulsó la aplicación de políticas horizontales y neutrales. Con este enfoque, se favorecieron las inversiones extranjeras como una fuente de incorporación de tecnología y se sancionaron nuevas leyes de patentes. También se rediseñaron las instituciones de ciencia, tecnología e innovación (Puchet y Ruiz, 2003; Bisang, 1999), al introducir nuevos modelos de gestión de sus organismos. Se pasó de un modelo basado en el sistema de la jerarquía pública a otro basado en una lógica similar a la del sector privado: las organizaciones implementaron incentivos y mecanismos de evaluación y recompensa basados en los resultados, se le atribuyó mayor importancia al autofinanciamiento como objetivo de operación y se cambiaron los criterios de asignación de funciones en las distintas áreas organizativas. Al mismo tiempo, este proceso despertó cambios en las relaciones de poder y les dio más cabida dentro de las organizaciones a las funciones —y puestos— dedicados a vender y brindar servicios tecnológicos, lo que disminuyó el peso de los investigadores.

En general, también se observó en los organismos de ciencia, tecnología e innovación una tendencia a abandonar la investigación básica y a dedicarse a proveer servicios tecnológicos, sobre todo los relacionados con la gestión de los procesos productivos y orientados al control de la calidad. En lo que respecta a la construcción de las nuevas competencias y objetivos, hubo una clara propensión a sustituir el aprendizaje por la información. La tendencia es que las instituciones se conviertan cada vez más en centros de intercambio de información y pierdan la capacidad de transferir el conocimiento incorporado en los resultados de la investigación básica y aplicada. El apoyo de organismos financieros internacionales a este modelo de políticas impulsó fuertemente su adopción.

Gráfico IV.1  
EL MODELO DE LAS POLÍTICAS LINEALES DE DEMANDA



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Las políticas destinadas a subsidiar la demanda contribuyeron a aumentar la heterogeneidad del sistema productivo local. Las empresas con poca capacidad de gestión y con mayores dificultades para obtener información y recursos se vieron perjudicadas. En particular para las pymes, las políticas no pueden ser neutrales, ya que los costos de transacción constituyen una barrera para acceder a los programas y fondos de apoyo al desarrollo tecnológico. La existencia de esos costos favorece a las empresas que pueden sostenerlos —que suelen ser las que poseen más recursos y conocimientos— y excluye a las que no cuentan con la capacidad mínima necesaria para identificar, formular y manejar sus requerimientos. Además, si se resolvieran estos problemas de acceso, se debería verificar si esas empresas cuentan con la capacidad de gestión necesaria para usar con eficiencia los recursos a su disposición.

El cambio en el modelo de políticas fue también acompañado por modificaciones en la estructura productiva que comprometieron el logro de los resultados esperados (CEPAL, 2002). Las políticas de los años noventa —basadas en la rápida liberalización comercial y la mayor penetración del capital extranjero (a lo que se sumó en algunos casos la apreciación de la moneda local)— dejaron como resultado un patrón de especialización productiva con un uso poco intensivo de la tecnología,

donde tanto la oferta como la demanda de conocimientos eran reducidas. Así, resulta paradójico que las mismas políticas que asignaban un papel mayor a la demanda de tecnología por parte de las empresas al mismo tiempo indujeran una fuerte caída en dicha demanda.

En resumen, los rasgos fundamentales que caracterizan las políticas de ciencia, tecnología e innovación desde la década de 1990 son los descritos a continuación.

*a) Políticas horizontales y fomento de la demanda de ciencia, tecnología e innovación*

La intervención mediante políticas horizontales pretendía garantizar el comportamiento eficiente de los mercados, permitiendo que la demanda de las empresas cumpliera un papel activo en la selección de la tecnología y en la definición del aporte del sistema de ciencia, tecnología e innovación. La mayor parte de los instrumentos fueron diseñados para fomentar la demanda y facilitar los canales para la transferencia de información tecnológica al sector productivo. Por un lado, se introdujeron subsidios a la demanda que asignaban recursos a ciertos proyectos propuestos directamente por las empresas; por otro lado, con el objetivo de propiciar e incrementar el acceso a la información, se pusieron especialistas y consultores en actividades de gestión productiva y tecnológica (*brokers tecnológicos*) a disposición de las empresas.

*b) Nuevo marco legal e institucional*

En la mayor parte de los países de la región, estas políticas fueron supeditadas a la obtención de recursos externos provenientes de organismos internacionales. Desde esta óptica, se formularon y aprobaron leyes y programas nacionales que delinearon un nuevo marco legal de referencia para realizar actividades de ciencia, tecnología e innovación. Al mismo tiempo, otro elemento central y novedoso del nuevo marco reglamentario fue la introducción de un conjunto de instrumentos financieros e incentivos fiscales para apoyar el desarrollo tecnológico del sector productivo.

En América Latina y el Caribe, la transición hacia economías más abiertas, no reguladas y privatizadas dio lugar a un proceso intenso de transformación de los sistemas de innovación establecidos en la etapa de crecimiento impulsado por el Estado. Sin embargo, esta transformación no estimuló las actividades innovadoras. La ausencia de bienes públicos e instituciones fuertes inhibieron las interacciones entre los componentes de los sistemas de innovación y, por ende, la acumulación endógena de capacidades. Si bien la apertura comercial estimuló la modernización de una parte de la economía, no hubo un esfuerzo paralelo por alentar la creación de redes nacionales de aprendizaje e innovación. Mientras que los recortes presupuestarios y la pérdida de poder de las instituciones de ciencia, tecnología e innovación dañaban la oferta a gran velocidad, la especialización en sectores de baja intensidad tecnológica, en una economía mundial donde se aceleraba el cambio técnico, deprimía los estímulos por el lado de la demanda.

## D. Hacia una nueva visión de las políticas de ciencia, tecnología e innovación

### 1. Las variables críticas en la gestión institucional

Históricamente, el comportamiento y la gestión de los organismos de ciencia, tecnología e innovación se han visto afectados por la inestabilidad de las políticas. En particular, los efectos más sobresalientes se dan en el ámbito presupuestario, donde distintos componentes adquieren mayor o menor relevancia a medida que cambian los gobiernos. Por ende, las instituciones se insertan en una lógica de corto plazo, que las obliga a imitar cada vez más los mecanismos de mercado en la conducción de sus actividades. Por lo general, esa inestabilidad ha sido responsable de la dispersión de las capacidades acumuladas y la falta de claridad respecto de los incentivos y de lo que puede esperarse de la acción pública, y socavó la eficacia de las políticas.

Solo de manera incipiente y en los últimos años, las políticas y las instituciones han incorporado una mirada más sistémica de la relación que existe entre ciencia, tecnología e innovación y de la interacción entre los distintos actores. Empieza a afianzarse la idea de que los procesos de innovación no son lineales y que la creación de conocimiento requiere la

interacción entre políticas de oferta —recursos públicos y apoyo a sectores y tecnologías específicas— y políticas que permitan incentivar y subsidiar la demanda del sector productivo. Más aun, se empieza a reconocer que el éxito de las políticas no se determina *ex ante*, pero que sí requiere un continuo proceso de aprendizaje basado en mecanismos de prueba y error. De a poco, se reconoce la importancia de algunas variables, como la coordinación entre las diferentes políticas, la coherencia temporal y una firme estructura decisoria a la hora de diseñar las instituciones y las políticas de ciencia, tecnología e innovación.

En el mismo sentido, cabe recordar que las políticas dan origen a instituciones que no desaparecen y cuya vida continúa aun después de que cambian el contexto y los objetivos. Se van creando nuevas instituciones que se superponen como capas geológicas (Pacheco, 2005). Muchas veces, sus dinámicas son fruto de las presiones de corto plazo de sus clientelas y no de la dirección estratégica que les imprimen las políticas de largo plazo, lo que sin duda representa una barrera que el desarrollo y el diseño institucional de la región deben tener en cuenta.

Durante el período de las reformas, las políticas de ciencia, tecnología e innovación fueron relegadas a una posición subalterna respecto de las otras políticas económicas y demás entidades de gobierno (como ministerios u organismos), con la idea implícita de que bastan las señales macroeconómicas correctas para que la producción y la tecnología emprendan el virtuoso sendero hacia el crecimiento. En ese contexto, no ejercieron un impacto pronunciado. La política tecnológica necesita la coordinación con otras políticas económicas y sociales, en consonancia con las políticas educativas, para obtener capital humano calificado y ser congruente con las exigencias de la estructura productiva y la demanda del sector privado.

La coherencia temporal es también un elemento de suma importancia para un diseño institucional que favorezca la innovación. Es habitual que muchos gobiernos modifiquen a menudo la prioridad, el gasto y el diseño de las políticas, lo que conlleva una discordancia entre las perspectivas temporales de los actores. En concreto, los objetivos de largo plazo se ven amenazados por la tendencia a priorizar las políticas de corto plazo que permiten recoger sus frutos durante el ciclo de gobierno, en detrimento de aquellas que requieren un horizonte de más largo plazo,

como las relativas a la ciencia, la tecnología y la innovación. A su vez, es necesario considerar cuál es el verdadero poder de las distintas instancias de la estructura decisoria y, en particular, qué capacidad tienen las instituciones de ciencia, tecnología e innovación para tomar decisiones de manera autónoma y sin imposiciones de otros organismos o entes. La jerarquía institucional debe colocarlas al mismo nivel que otros órganos del gobierno para que sus decisiones resulten creíbles y efectivas.

En síntesis, para diseñar e implementar una política de ciencia, tecnología e innovación que fortalezca los procesos innovadores se requieren algunas condiciones fundamentales: una arquitectura institucional que le atribuya el mismo nivel jerárquico que a otros órganos de gobierno, la coordinación con otras políticas (sobre todo educativa e industrial) y una orientación al largo plazo. Estas son condiciones sine qua non para crear un sistema innovador virtuoso, con una gran densidad de conexiones y frecuentes interrelaciones entre los actores, que fomente la generación y la difusión del conocimiento.

## **2. Políticas públicas para el fomento de la innovación**

La transición hacia un nuevo modelo de políticas de ciencia, tecnología e innovación es un proceso lento y complejo. En América Latina, solo recientemente se empezaron a observar las primeras iniciativas para fomentar la innovación con un enfoque sistémico. Incorporar esta perspectiva en el diseño de las políticas significa asimilarla en diferentes etapas o dimensiones: primero, en la concepción de sus objetivos y de la arquitectura institucional para llevarla a cabo (dimensión política); luego, en la definición e implementación de los instrumentos de política (ejecución); y, por último, en la evaluación de los resultados y repercusiones (gestión).

En los últimos años, algunos países de la región han incorporado en sus planes de gobierno la intención de modificar las políticas de ciencia, tecnología e innovación y reconfigurar sus instituciones. Esto se expresa en una transición hacia una economía basada en el conocimiento (la Argentina, El Salvador), en el impulso a la innovación como factor de competitividad (Chile, Colombia) y en la transformación productiva y el desarrollo sostenible (Guatemala, la República Dominicana). Además, en

casi todos los planes nacionales recientes se les asigna prioridad explícita a los sectores con alta densidad de conocimiento (biotecnología, nanotecnología y las tecnologías de la información y las comunicaciones).

En una dimensión más concreta, comienzan a manifestarse interesantes novedades también en el diseño de las instituciones de ciencia, tecnología e innovación. Varios países de la región han apoyado reformas institucionales para darle a la estructura de los centros de decisión un modelo más coherente y centralizado, elevándolas al rango de ministerio, con participación directa en las decisiones estratégicas de los gobiernos (la Argentina, el Brasil y Costa Rica)<sup>4</sup>. La existencia de una única entidad del poder ejecutivo responsable de definir las políticas y proponer lineamientos estratégicos a los organismos encargados de la implementación puede garantizar un mayor rigor institucional y reducir los problemas de coordinación. En este caso, todo el sistema se estructura alrededor de una instancia decisoria representada por un ente central que formula las políticas y sigue su implementación en los diferentes ámbitos. En otros países, todavía se observa un modelo institucional formado por un conjunto de entidades gubernamentales que diseñan e implementan, por separado y por medio de sus propios organismos, la política de innovación. En estos casos, se mantienen centros de decisión en varios ministerios (como el Ministerio de Hacienda o el Ministerio de Educación) o se han mantenido organismos o comisiones a nivel presidencial o ministerial (Chile, México y el Uruguay)<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> En la Argentina (2007) y el Brasil (2007), se estableció un Ministerio de Ciencia y Tecnología como ente político y de coordinación central en el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación, que incorpora las funciones de decisión política y de coordinación de la implementación que antes eran competencia de diferentes actores, como por ejemplo, en el caso de la Argentina, el Ministerio de Educación, la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (SECTI) y el Consejo Interinstitucional de Ciencia y Tecnología (CICYT). Chile, a su vez, presenta un modelo institucional en que se distinguen las actividades conformando dos subsistemas: la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), destinada a promover el desarrollo económico y empresarial, y la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT)-Ministerio de Educación. CONICYT es una institución pública autónoma inserta en el Sistema Nacional de Innovación, que se relaciona administrativamente con el gobierno por medio del Ministerio de Educación, que promueve la formación de capital humano y el desarrollo de la investigación.

<sup>5</sup> México instituyó el Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (2002) como organismo máximo de autoridad de la política y coordinación del sistema de ciencia, tecnología e innovación y el Foro Consultivo Científico y Tecnológico, poniendo orden sobre el complejo de instituciones, entes e institutos que componen el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), como la Secretaría de Educación Pública, el CONACYT y los varios institutos nacionales de investigación.

Así, el panorama de las instituciones de ciencia, tecnología e innovación de la región es bastante diversificado y sigue modificándose a lo largo del tiempo. A medida que cambian las prioridades de los países, de acuerdo con los contextos históricos, políticos, económicos y sociales, también se experimentan diferentes arquitecturas institucionales en que se concretizan las políticas. De ese modo, se confirma el hecho de que no existen soluciones únicas ni óptimas y que las mejorías en la configuración institucional y organizacional se logran mediante un proceso de permanente prueba y error. Sin embargo, se puede observar que la tendencia predominante en la región es transitar hacia sistemas institucionales donde las decisiones se toman en forma más centralizada.

En forma paralela a los procesos orientados a redefinir la visión estratégica y la arquitectura institucional de ciencia y tecnología, también se están diversificando los instrumentos de política. En lugar del uso exclusivo de mecanismos tradicionales de incentivos a la oferta y a la demanda —como el apoyo a la investigación y a la capacitación científico-tecnológica, las subvenciones a proyectos propuestos directamente por el sector productivo o los incentivos fiscales—, se empieza a observar en algunos países la tendencia hacia un repertorio más amplio de instrumentos, lo que da lugar a un sistema de mayor complejidad<sup>6</sup>. Entre los instrumentos más novedosos, se deben mencionar los fondos tecnológicos (que se vienen multiplicando desde la década de 1990), los fondos sectoriales, los estímulos al capital de riesgo y otros mecanismos financieros, las iniciativas de fomento a la cooperación entre la universidad y la empresa y a la constitución de redes, y las compras gubernamentales. Sobre ellos se profundizará con más detalle en la sección siguiente. Pese a que la mayoría de los incentivos existentes presentan características de horizontalidad, ya se empiezan a observar algunas iniciativas que procuran lograr mayor aproximación y articulación entre la oferta y la demanda tecnológicas, sobre todo entre

---

<sup>6</sup> A pesar de que no todos los países recurren a los incentivos fiscales, en los últimos tiempos estos se han difundido y modernizado. Por ejemplo, en el Brasil, algunas leyes de 2004 y 2006 establecen un régimen de tributación especial para las actividades de ciencia, tecnología e innovación. En México, los incentivos fiscales evolucionan y dan surgimiento a los programas que fomentan la vinculación entre la universidad y la empresa, como PROINNOVA, INNOVATEC E INNOVAPYME (véase CONACYT [en línea] <http://www.conacyt.mx/>). En el caso argentino, el uso de los incentivos fiscales ya estaba previsto en la ley, pero recién se implementa a partir de 1998 y en los años siguientes pasó a constituir uno de los principales mecanismos de incentivo (Albornoz, 2007). En el caso del Brasil, por ejemplo, la actual política de ciencia, tecnología e innovación combina instrumentos de apoyo e incentivos de carácter horizontal, sectorial y transversal, estos últimos asegurados por la constitución de fondos específicos.

los investigadores y las empresas. Para ello, se crearon instrumentos específicos, como la Fundación Innova T, los convenios de transferencia, las becas en empresas y los investigadores en empresas, en el caso de la Argentina (Albornoz, 2007); el Programa Cooperación Universidad-Empresa, en el Brasil; el Programa Nodos Tecnológicos, en Chile; y la modalidad de apoyo a la constitución de alianzas estratégicas y redes de innovación para la competitividad (AERI's) en el ámbito del proyecto Avance, en México. Pero estos nuevos instrumentos aún coexisten con los antiguos y hay problemas serios de articulación entre ellos.

Otro aspecto todavía débil e incipiente en América Latina se refiere al monitoreo de las políticas públicas y a la evaluación de sus resultados. De hecho, en la región aún faltan mecanismos de gestión que permitan ayudar a mejorar el diseño de las políticas y actualizar sus lineamientos mediante una retroalimentación continua (sistemas de monitoreo). A esto se suma el problema de la congruencia temporal entre la implementación y la evaluación de los resultados de las políticas, lo que hace más difícil su evaluación y ajuste continuos. En primer lugar, por la misma naturaleza del aprendizaje y de la innovación, algunas acciones del presente pueden producir sus efectos solo en el mediano o largo plazo, los que podrían no ser captados por mediciones o indicadores basados en el corto plazo. En segundo lugar, los mandatos de los gobiernos son relativamente cortos y ello inhibe las políticas con resultados más demorados, cuyos beneficios solo podrán ser disfrutados por otras administraciones.

En síntesis, en los últimos años las políticas e instituciones de ciencia, tecnología e innovación de la región han empezado a avanzar hacia una mirada más sistémica de la relación entre ciencia, tecnología e innovación. Si bien se observan cambios relevantes en el diseño de estas políticas y en el uso de los instrumentos, la movilización de recursos y su articulación se mantienen a niveles muy bajos. Aún queda un largo camino por recorrer para que estas políticas comiencen a tener repercusiones significativas en la intensidad del aprendizaje y en la creación de capacidades.

## E. La modernización de los incentivos y los instrumentos en la implementación de las políticas de ciencia, tecnología e innovación

### 1. Los fondos

Uno de los elementos más novedosos de las políticas de ciencia, tecnología e innovación implementadas en América Latina en los años noventa fue la introducción de fondos financieros de apoyo a las actividades relacionadas (Casalet, 2003; Pacheco, 2003; Yoguel, 2003; Vargas Alfaro y Segura Bonilla, 2003; Jaramillo, 2003). Las características de los fondos, la forma de acceso a los recursos y las modalidades de administración no son iguales en los distintos países de la región. A grandes rasgos se pueden identificar dos modelos: uno basado en el subsidio a la demanda, presente, por ejemplo, en la Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica y México, y otro más complejo que hace hincapié en la coordinación entre la oferta (instituciones educativas y centros de investigación) y la demanda (sector productivo), como en el Brasil.

Cuadro IV.1  
AMÉRICA LATINA: EL SISTEMA DE LOS FONDOS DE APOYO A LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

Tipo de fondo	Características	Debilidades
Subsidio a la demanda	Recursos públicos (presupuesto) y de organismos internacionales	Contribuye a aumentar la heterogeneidad
	Horizontalidad	Beneficia a los agentes más proactivos y con mayor capacidad tecnológica, excluyendo a los más débiles
	Se asigna por concurso y evaluación	
	Asignación directa a los beneficiarios	
Incentivos a la oferta y coordinación	Recursos provenientes de los sectores productivos con mayor renta	Complejidad en la coordinación y superposición de intereses entre ministerios
	Se asignan basados en la estrategia (comunidad científica, empresarios, ministerios)	Se producen conflictos en la gestión dado el elevado monto de los financiamientos
	Selectividad sectorial	
	Coordinación entre la universidad y le empresa	

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

En el modelo de subsidio a la demanda se prevé la asignación de los fondos a partir de solicitudes directas de los beneficiarios, a saber: empresas o centros de investigación. En general, los fondos persiguen dos objetivos: i) la creación y el fortalecimiento de un mercado de servicios tecnológicos acorde a las exigencias del sector productivo (como consultorías específicas, oferta de asistencia técnica, capacitación y formación de recursos humanos), y ii) el fortalecimiento de las capacidades de investigación y desarrollo de las universidades, los centros de investigación y las empresas<sup>7</sup>.

En un medio muy heterogéneo, como el latinoamericano, la instauración de un modelo de fomento a las actividades de ciencia, tecnología e innovación orientado por la demanda puede incrementar la heterogeneidad de la estructura productiva. Al supeditar el apoyo financiero a la demanda de las empresas o las instituciones de ciencia, tecnología e innovación, se crea una situación en la que solo los agentes más proactivos en términos tecnológicos, más modernos o que más valorizan la adquisición de capacidad tienen incentivos para acceder a los instrumentos de soporte financiero. De ese modo, se puede crear un problema de selección adversa manifestado en la elección que automáticamente realizan los fondos de fomento a las actividades de ciencia, tecnología e innovación entre los potenciales beneficiarios que son, a su vez, los actores más avanzados en términos tecnológicos. Al mismo tiempo, el sistema de fondos orientados a la demanda presenta otra debilidad estructural: se necesita una política de concientización para difundir y promover su uso entre los actores económicos. Por ejemplo, el escaso impacto de los fondos tecnológicos en la Argentina y en Colombia se explica, en parte, porque muchos actores ignoran su existencia y las modalidades de acceso (Yoguel, 2003; Jaramillo, 2003).

En cuanto a los fondos que incentivan la oferta y promueven la coordinación, cabe resaltar el caso del Brasil, donde se reformó la política tecnológica entre 1999 y 2002, caracterizada por la introducción de los fondos sectoriales, que combinan tanto incentivos de oferta como de demanda (Pacheco, 2003). Con un enfoque selectivo, se crearon fondos sectoriales (14 fondos en 14 sectores considerados estratégicos) cuyos

---

<sup>7</sup> El sistema de fondos se basa en recursos provenientes del presupuesto del sector público y de organismos internacionales, a los que pueden acceder diversos agentes mediante mecanismos de concurso y evaluación, en conformidad con una lógica de gestión horizontal.

recursos provienen de las utilidades reportadas por las empresas de dichos sectores<sup>8</sup>. Es un modelo complejo y articulado que prevé la participación conjunta de distintos actores. Tres son las características que definen sus mecanismos de funcionamiento.

En primer lugar, se estimula la interacción entre la oferta y la demanda. Por un lado, se establece por ley que una parte de la renta de los sectores debe destinarse a promover las actividades de ciencia, tecnología e innovación. Por otro lado, se prevé que dichos fondos sean administrados con una visión estratégica y compartida por comités de gestión en los cuales participan las empresas, la comunidad científica, los ministerios sectoriales, el Ministerio de Ciencia y Tecnología y los organismos fiscalizadores. En segundo lugar, se fomenta de manera directa la cooperación entre las universidades, los centros de investigación y las empresas por medio de un fondo (fondo verde-amarillo) financiado con contribuciones de empresas con licencias de uso o que adquieren conocimiento tecnológico en el exterior. En tercer lugar, el modelo brasileño subsidia el mantenimiento y la modernización de la infraestructura tecnológica de las universidades públicas y de los centros de investigación mediante un fondo residual (fondo para la infraestructura), cuyos recursos provienen de los diversos fondos sectoriales.

Cabe señalar que en el Brasil, las reformas y la reorientación de la política tecnológica se implementaron entre 1992 y 2002, esto es, un poco más tarde que en otros países. La introducción del sistema de fondos sectoriales respondió a la necesidad de armonizar la política de ciencia, tecnología e innovación con la política industrial, así como al objetivo de superar el desencuentro entre el sector académico y el empresarial en el campo de la innovación (Pacheco, 2003). Este instrumento presenta la ventaja de vincular a las empresas en forma más estrecha con las actividades tecnológicas. Ello se logra a partir de la transferencia de una parte de la renta sectorial hacia fondos cuya gestión conjunta articula de manera endógena la demanda con la oferta de ciencia, tecnología

---

<sup>8</sup> Cada uno de los fondos brasileños es instituido por una ley que identifica el porcentaje de la renta sectorial que se debe destinar a apoyar las actividades de ciencia, tecnología e innovación. Por ejemplo, en el caso del sector petrolero, el fondo se forma con las regalías de la producción de petróleo y gas natural, mientras que el sector eléctrico destina entre el 0,75% y el 1% del ingreso neto de las empresas concesionarias encargadas de generar, transmitir y distribuir la energía.

e innovación. Mientras tanto, el elevado nivel de complejidad y las potenciales superposiciones de intereses pueden causar problemas de coordinación entre los actores que participan en los comités de gestión.

La constitución de los fondos parece haber tenido un impacto positivo tanto en las inversiones en investigación y desarrollo de las empresas como en su actitud innovadora, pero no hay evidencia de efectos inmediatos sobre la tasa de innovación y la productividad. Además, se puede afirmar que en el caso de los países donde prevalece el modelo de subsidio a la demanda, los recursos otorgados por medio de los fondos y de los incentivos fiscales —concedidos mediante deducciones del impuesto sobre la renta o concesiones de créditos fiscales— se traducen en acciones de política tecnológica por debajo del nivel óptimo, con desembolsos menores que los previstos. Por el contrario, el modelo más complejo basado en la coordinación entre los distintos actores y en la utilización de la renta sectorial, adoptado por el Brasil, permitió la devolución de montos significativos y favoreció la coparticipación de todos los actores, tanto en la planificación de los proyectos como en la administración de los fondos.

## **2. Otros instrumentos para fomentar la innovación**

Además de los fondos, la región ha utilizado otros instrumentos destinados a solucionar las limitaciones financieras de las actividades de ciencia, tecnología e innovación en el sector privado, como por ejemplo los incentivos fiscales (mediante líneas de crédito específicas y deducciones fiscales), capital de riesgo o compras gubernamentales. Hasta ahora, estos instrumentos han sido fuentes marginales de financiamiento a la innovación.

Los incentivos fiscales son instrumentos poderosos para fomentar la implementación selectiva de actividades de ciencia, tecnología e innovación, porque permiten establecer prioridades de manera sencilla. Se ha recurrido a ellos para promover la creación y el mantenimiento de la infraestructura institucional (México) o las actividades relacionadas con las patentes (el Brasil). No obstante, son pocos los países que han introducido incentivos fiscales o que han creado un sistema de deducciones y créditos fiscales para fomentar las actividades tecnológicas. Los incentivos previstos no se aprovechan lo suficiente porque requieren un sistema eficaz para aplicar y controlar los impuestos (Hall, 2005). Además, la falta

de una cultura de la innovación en el tejido empresarial y la ausencia de una política de concientización orientada a difundir información sobre esos sistemas limitan su expansión en el contexto regional.

El capital de riesgo es una forma indirecta de fomentar la ciencia, la tecnología y la innovación. Los recursos financieros privados se dirigen a actividades empresariales que convierten los proyectos tecnológicamente avanzados en actividades de producción. Las empresas de capital de riesgo se basan en capitales privados, pero requieren que las políticas públicas promuevan un entorno favorable que fomente la liquidez en los mercados financieros y promueva una reglamentación adecuada. Aunque se reconoce su destacada función en favor del desarrollo tecnológico en las economías avanzadas, los casos de incentivos basados en el uso de capital de riesgo son escasos en la región. La limitada madurez de las instituciones y los mercados financieros y la fuerte incertidumbre y volatilidad del contexto macroeconómico regional podrían explicar, en parte, la presencia residual de operaciones de capital de riesgo en América Latina.

Otro instrumento de incentivo son las compras gubernamentales de bienes y servicios con uso intensivo en tecnología a empresas nacionales. Este instrumento desempeñó un papel preponderante en los países desarrollados, al que estos recurrieron ampliamente para promover la ciencia, la tecnología y la innovación en las empresas privadas (de Brito Cruz, 2008)<sup>9</sup>. En la región no es todavía muy utilizado, salvo algunos ejemplos como los del Brasil y México, que utilizaron esta herramienta para apoyar el nacimiento de la industria nacional de software (Hall y Maffioli, 2008).

El análisis anterior sugiere que hay una gama amplia de instrumentos que pueden estimular las actividades de ciencia, tecnología e innovación en esta parte del mundo. Sin embargo, las políticas les han dado un espacio muy reducido y sus efectos han sido acotados. En el futuro debería aprovecharse mejor un marco más favorable para los incentivos fiscales, el capital de riesgo y las compras gubernamentales a fin de promover los proyectos tecnológicos locales.

---

<sup>9</sup> Un claro ejemplo es la experiencia de las empresas productoras de circuitos integrados de los Estados Unidos (de Brito Cruz, 2008).

## F. La relación entre la universidad y la empresa

Las relaciones entre los actores del sistema de ciencia, tecnología e innovación cambian a medida que progresa el sistema de innovación<sup>10</sup>. Los vínculos entre las universidades y las empresas no caen fuera de esta regla, tal como muestra la experiencia de los países desarrollados y recientemente industrializados. Cada país abordó y le dio una solución diferente el problema de conciliar los objetivos de las universidades con las exigencias del sector productivo (Mazzoleni, 2008). Iberoamérica tiene el potencial para ampliar este vínculo, que no ha sido objeto de suficientes estudios.

La relación entre el mundo universitario y el sector empresarial es una cuestión compleja debido a los muy distintos objetivos y métodos que persiguen cada uno de estos actores (Velho, 1996; de Brito Cruz, 2008). El tema se vuelve aun más complejo en el contexto de las economías en desarrollo: las universidades se dedican a la educación y a producir conocimiento básico, instaurando así una virtuosa sinergia entre estas funciones. Los grados de apropiación son bajos y los mecanismos de incentivos, distribución del poder y financiamiento se basan en criterios que caracterizan a la comunidad científica, como las publicaciones, la evaluación de expertos, las citas y el prestigio académico. Por otro lado, el mercado es la principal herramienta para incentivar a las empresas a fin de que introduzcan innovaciones mediante la investigación aplicada, el aprendizaje de los procesos productivos y la oferta de nuevos productos. En este caso, la apropiación privada —sea mediante el secreto, las patentes o la complementariedad entre comercialización y producción— es un determinante vital de la innovación (de Brito Cruz, 2008).

En el cuadro IV.2 se muestran las funciones y competencias de las universidades y las empresas. Las competencias, los mecanismos de selección, producción y difusión del conocimiento, la propiedad y las fuentes de financiamiento determinan la necesaria complementariedad en la especialización de ambas.

---

<sup>10</sup> Véase Albuquerque (2001), Viotti (2002) y Weiss, Evenson y Ranis (1990) (en Mazzoleni, 2008).

**Cuadro IV.2**  
**ASIMETRÍA ENTRE LA UNIVERSIDAD Y LA EMPRESA**

Especialización y competencias		
	Universidades	Empresas
Competencias	Formación del capital humano	Lograr el máximo de utilidades
	Investigación científico tecnológica	Competir/ganar mercados
	Investigación básica	Investigación aplicada
Selección/conocimiento (producción/difusión)	Paradigma científico	Nuevos productos/competitividad
	Predomina la difusión	Predomina la apropiación
	(seminarios, revistas)	(secreto, derechos de propiedad intelectual)
	Evaluación de expertos	Competencia en el mercado
Coordinación interna	Flexible	Jerárquica
Propiedad/financiamiento	Pública/privada	Privada/pública
	Recursos públicos/privados	Recursos privados/públicos
	Fuente de financiamiento	
Razones para iniciar una interrelación	Aplicación práctica de los resultados de la investigación de base	Alternativa barata para innovar y mantener la competitividad

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Lea Velho, "Science and technology in Latin America and the Caribbean: an overview", *Discussion Papers*, N° 4, Universidad de las Naciones Unidas (UNU)/Institute for New Technologies (INTECH), 2003; Universidad-empresa: desvendando mitos, Campinas, Autores Asociados, 1996; Carlos De Brito Cruz, "Assimetrias dos sistemas de inovação latino-americanos: os papéis da universidade e da empresa", documento preparado para el proyecto "Uma nova agenda econômica e social para a América Latina", San Pablo y Santiago de Chile, Instituto Fernando Henrique Cardoso (IFCH) y Corporación de Investigaciones Económicas para Latinoamérica (CIEPLAN), 2008. Nota: Esta contraposición de objetivos, métodos y campos de investigación se refleja en la visión humboldtiana de las universidades, que influyó la formación de la estructura universitaria en Europa y los Estados Unidos desde fines del siglo XIX y que se basaba en una clara división laboral entre estos dos sectores: las universidades se dedican a la educación y a la investigación de base y las empresas, a la investigación aplicada.

La colaboración entre la universidad y la empresa se basa en esa complementariedad y sus canales pueden verse en el cuadro IV.3. Estos canales se articulan entre sí y son variados: desde los más tradicionales, como los flujos de recursos humanos (las prácticas de los estudiantes en empresas son un ejemplo), las redes informales o profesionales, los eventos conjuntos (conferencias, publicaciones), los proyectos específicos, los servicios de asesoramiento y apoyo tecnológico (asistencia técnica, equipo técnico), hasta los más recientes, como el licenciamiento de tecnología

(patentes, oficinas de transferencia tecnológica de las universidades) y la creación de centros mixtos o empresas de base tecnológica (universitarias, *spin off*, actores híbridos formados por empresas y universidades)<sup>11</sup>.

Los canales de interrelación entre la universidad y la empresa pueden ser de dos tipos. En el primero, más espontáneo y con una orientación de abajo hacia arriba, los actores que necesitan conocimientos para solucionar problemas técnicos o innovar se encuentran, por su propia iniciativa, con actores que les ofrecen dichos conocimientos. En el segundo, de arriba hacia abajo, la interrelación se canaliza por medio de los diseños institucionales formales y legales (programas y proyectos) que apuntan a fortalecer los nexos entre el mundo universitario y el sector empresarial. Para alcanzar este objetivo es fundamental que los actores sean capaces de utilizar un lenguaje común y que haya formas efectivas de comunicación y coordinación a pesar de las diferentes culturas institucionales (Faulkner y Senker, 1995; Ferraro y Borroi, 1998; en Sutz, 2000).

En América Latina se encuentran los dos tipos de enfoque: el formal y el informal. Sin embargo, hay más ejemplos del segundo tipo (espontáneo e informal) que del primero, lo que confirma la debilidad institucional de la región (Casas, de Gortari y Luna, 2000; en Cimoli, 2000; Sutz, 2000; Vega-Jurado y otros, 2007)<sup>12</sup>. Desde los años ochenta se ha intentado darles mayor formalidad a los vínculos entre estos dos actores para hacerlos más transparentes y permitir una evaluación más precisa de sus resultados.

El fuerte legado del sistema impulsado por la oferta no sufrió modificaciones substanciales en cuanto a estas interrelaciones, a pesar de los cambios de políticas. Las universidades tienen un papel protagónico en la elaboración del conocimiento, mientras que el sistema productivo y las empresas no lo demandan ni efectúan un aporte significativo a su financiamiento. Esta falta de coordinación entre la generación y la aplicación del conocimiento tiene sus raíces en varios rasgos estructurales del tejido productivo, empresarial y cultural de la región y en la propia

---

<sup>11</sup> Recientemente han surgido nuevas estructuras en las universidades (oficinas de transferencia tecnológica, oficinas de patentes) y se han creado estructuras híbridas con otros agentes (parques científicos y tecnológicos, institutos mixtos, empresas derivadas que trascienden la frontera tradicional y promueven la explotación económica de su conocimiento (Tuunainen, 2005, en Vega-Jurado y otros, 2007).

<sup>12</sup> Véanse los ejemplos sobre el Uruguay publicados en Sutz (2000).

herencia del sistema de ciencia, tecnología e innovación (Vega-Jurado y otros, 2007; Moreno, 1992; Hein, Mujica y Peluffo, 1996; Sutz, 2000)<sup>13</sup>. Por ende, es posible identificar un ciclo vicioso en que no hay demanda de tecnología por parte de las empresas y, al mismo tiempo, las universidades se alejan de la investigación aplicada.

**Cuadro IV.3**  
**LOS CANALES DE INTERRELACIÓN ENTRE LA UNIVERSIDAD**  
**Y LA EMPRESA**

Canales	Flujo de conocimiento	Características
Flujo de recursos humanos	Conexión más fuerte y directa: incorporado en individuos	Acceso a recursos humanos calificados que permite alcanzar ventajas competitivas
Redes informales/ profesionales	Tácito e informal: incorporado en individuos	Sincronía entre la demanda especializada de las empresas y la formación universitaria en sentido amplio
Eventos conjuntos (conferencias, publicaciones)	Codificado y oficial publicaciones, ponencias	Intercambio de información y explicitación de objetivos de investigación, métodos y resultados
Proyectos específicos	Codificado tácito y formal individuos, infraestructuras, laboratorios	Establece un objetivo y una metodología común en investigación científica aplicada
Servicios de asesoría (asistencia técnica, equipo técnico)	Codificado y oficial: individuos, infraestructuras, laboratorios	Colaboraciones extemporáneas y de corto plazo utilizando infraestructuras y equipos de investigadores universitarios
Licenciamiento de tecnología (patentes, oficinas de transferencia tecnológica de las universidades)	Codificado y oficial: regulado por los sistemas de derechos de propiedad intelectual y la apropiación individual	Canal muy utilizado desde la aprobación de la Ley Bayh-Dole sancionada en 1980 en los Estados Unidos, que permitió a las universidades y laboratorios públicos patentar sus investigaciones para luego conceder licencias en el sector privado
		Incentivos para que las universidades aprovechen los beneficios de las innovaciones
		Mayor número de patentes registradas por las universidades y creación de entes para gestionar la comercialización y la transferencia del conocimiento hacia las empresas (oficinas de transferencia tecnológica)
Empresas de base tecnológica (universitarias, <i>spin off</i> , actores, híbridos formados por empresas y universidades)		Estos canales pueden ser asociados a la evolución de los nuevos paradigmas científicos y tecnológicos, como la nanotecnología y la biotecnología
		Representan una nueva fuente de financiamiento para la investigación universitaria
		Efectos económicos visibles, inmediatos y cuantitativamente mensurables

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Carlos De Brito Cruz, "Assimétricas dos sistemas de inovação latino-americanos: os papéis da universidade e da empresa", documento preparado para el proyecto "Uma nova agenda econômica e social para a América Latina", San Pablo y Santiago de Chile, Instituto Fernando Henrique Cardoso (IFCH) y Corporación de Investigaciones Económicas para Latinoamérica (CIEPLAN), 2008.

<sup>13</sup> Uno de los raros ejemplos de la relación entre la universidad y la empresa instituida por iniciativa del sector privado y con autonomía financiera es el Instituto Uniemp, creado en 1992 para promover y fomentar las relaciones entre estos dos sectores, lo que refleja la importancia que ha adquirido este vínculo en el Brasil (Dias y Fracalanza, 2004).

Cada vez adquiere mayor fuerza en América Latina un debate acerca de cuál es el propósito de la universidad y su posicionamiento en los mercados del conocimiento: un punto discutido desde hace largo tiempo en los países desarrollados, donde este objetivo se extiende fuera del ámbito académico tradicional y abarca el uso, la aplicación y la explotación en otros sectores de la sociedad (Bueno, Campos y Casani, 2007; Molas-Gallart y otros, 2002; en Vega-Jurado y otros, 2007). En este sentido, la Ley Bayh-Dole sancionada en los Estados Unidos en 1980 desempeñó un papel decisivo en lo que hace a cambiar la lógica universitaria y promover la difusión de los nuevos paradigmas, como la nanotecnología y la biotecnología, desde las universidades. De manera simultánea, estimuló la demanda de investigación y desarrollo y posicionó a las universidades como actores clave en los sistemas de innovación (Rothaermel, Agung y Jiang, 2007)<sup>14</sup>.

El surgimiento de un nuevo tipo de universidad, que participa en la comercialización del conocimiento —sujeto a una mayor privatización—, ha despertado un intenso debate sobre las ventajas y las consecuencias de esta nueva distribución de las competencias entre los actores del sistema de ciencia, tecnología e innovación. Por ejemplo, no hay consenso en que el cambio de políticas facilite la difusión de tecnología. El hecho de que las universidades se apropien de los derechos de propiedad intelectual disminuye el ritmo de transferencia del conocimiento a las empresas (Fabrizio, 2007; Link Siegel y Bozeman, 2007). Tampoco hay consenso sobre los beneficios generales de un mayor nivel de patentamiento por parte de las universidades, pues se cuestiona la calidad de las patentes que estas registran (Rothaermel, Agung y Jiang, 2007). La transformación de la estructura universitaria supone un cambio pronunciado en su cultura ya que, por una parte, implica sacrificar la autonomía investigadora y, por otra, reconocer como válida e incluso necesaria la colaboración con las empresas (Vega-Jurado y otros, 2007; Jacob, Lundqvist y Hellsmark, 2003; Rothaermel, Agung y Jiang, 2007).

---

<sup>14</sup> Esta ley representó un cambio fundamental: otorgó incentivos para que las universidades se apropien de las innovaciones, fomentó el crecimiento del número de patentes registradas por las universidades y la creación de entes para gestionar la comercialización y la transferencia del conocimiento. Estos entes están incentivados por el mercado y, dado el menor apoyo público, representan sobre todo una nueva fuente de financiamiento para la investigación universitaria.

Existen tres visiones distintas sobre este tema. La primera afirma que las universidades pueden y deben cooperar con el sector privado, pero que no deben dedicarse a las actividades de licenciamiento tecnológico y patentamiento para no perder su enfoque tradicional fundado en las actividades de formación y la investigación de base (de Brito Cruz, 1999). La segunda sostiene que la universidad debe incorporar mecanismos de mercado para incentivar la investigación científica y aplicada (Rothaermel Agung y Jiang, 2007). La tercera, más conciliadora, sostiene que las universidades deben encontrar algún tipo de equilibrio entre su rol tradicional y la participación directa en el mercado (Etzokowitz y otros, 2000; Van Looy y otros, 2004; en Rothaermel, Agung y Jiang, 2007). Una respuesta a esta disyuntiva requiere mirar la experiencia histórica de otros países y contextualizarla en la realidad de la región. La mayoría de los estudios sobre las actividades empresariales de las universidades se aboca a las experiencias de los Estados Unidos y de los países europeos<sup>15</sup>. En el contexto latinoamericano, es posible que la integración con las empresas encuentre más dificultades que en el caso de los países desarrollados (Vega-Jurado y otros, 2007). De hecho, dada la débil demanda de conocimiento tecnológico por parte del sector productivo y la escasa participación de las empresas en las actividades de ciencia, tecnología e innovación, el riesgo es que se fomente un proceso donde las universidades sustituyan a las empresas como generadoras del conocimiento y se desvíen así de su mandato primario: la formación de recursos humanos y la investigación de base (Vega-Jurado y otros, 2007).

En resumen, como en el caso de otros instrumentos de políticas de ciencia, tecnología e innovación, hay un gran espacio para la cooperación entre empresas y universidades que Iberoamérica puede aprovechar. Algunos ejemplos exitosos de los países desarrollados reflejan sin lugar a dudas el potencial de estímulo a la investigación y desarrollo que ofrece esta cooperación. Para lograr su pleno aprovechamiento, se necesitan cambios en la institucionalidad, la infraestructura, los recursos y, aun, en la cultura vigente en las universidades y empresas. Tales cambios deben respetar el equilibrio entre la necesidad de atender y fortalecer la base tecnológica de las empresas, y la necesidad de financiamiento de las universidades y su función más amplia como formadoras de recursos humanos calificados.

---

<sup>15</sup> Véase un análisis de diferentes experiencias históricas en Mazzoleni (2008).

## G. Hacia una visión estratégica de los mercados del conocimiento y de la propiedad intelectual

### 1. Políticas para la gestión de la propiedad intelectual

La política de gestión de los sistemas de propiedad intelectual es una necesidad para la creación y difusión del conocimiento. Sin embargo, la búsqueda y la necesidad de acceso al mercado en sectores tradicionales han llevado a ceder ventajas dinámicas en materia de propiedad intelectual. A partir de la firma del Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC) negociado en la Ronda de Uruguay de 1986 a 1994, la mayoría de los países de la región, al igual que otras economías en desarrollo, han incorporado dichos acuerdos en su legislación nacional y han homogeneizado en gran parte sus sistemas. La homogeneización ha girado sobre todo en torno a los cambios introducidos por los ADPIC, que incluyen, además de estándares mínimos, un mayor número de productos o sectores sujetos a patentes y la disposición de que la importación de productos patentados se considere “explotación suficiente” de una patente, rasgo que no se solía admitir en los códigos nacionales (CEPAL, 2002).

En el discurso sobre propiedad intelectual ha prevalecido la atención al crecimiento de la infraestructura legal e institucional por sobre la preocupación por generar capacidades productivas y tecnológicas que puedan beneficiarse de la propia reglamentación. Sin embargo, estas acciones podrían tornarse estériles si no se entiende de manera cabal cómo las nuevas dinámicas del patentamiento afectan el desarrollo de esas capacidades y la necesidad de implementar políticas que apoyen este proceso. Para definir la política de propiedad intelectual, se deben considerar adecuadamente las consecuencias que traerá aparejadas para el patrón de ventajas comparativas dinámicas. La estrategia de gestión del conocimiento y de la tecnología es un componente clave de la construcción de dichas ventajas.

Las empresas utilizan las patentes no solo como incentivos y mecanismos para apropiarse de la innovación, sino también como activos estratégicos para lograr y mantener posiciones dominantes. Las transacciones propias de los mercados de tecnología —en particular,

licencias y patentes— son solo uno de los componentes de los (nuevos) mercados del conocimiento. A los mercados de las tecnologías se les suma un mercado anterior, el de la ciencia, donde nuevos actores —las universidades— patentan innovaciones derivadas de investigación y desarrollo básicos que antes no eran considerados materia patentable. Al mismo tiempo, también se crean mercados derivados, donde las patentes adquieren el papel de activo estratégico, más allá de la efectiva utilización de la innovación protegida en la producción tangible presente o futura. Así, las patentes se vuelven un activo determinante para redefinir el posicionamiento estratégico y jerárquico de las empresas e incrementar su poder de negociación y son además activos “líquidos”, fácilmente transables entre empresas, que permiten resolver controversias jurídicas y facilitan los acuerdos de concesión recíproca de licencias (Cimoli y Primi, 2008).

Igual que en un juego competitivo, las expectativas sobre el valor de una patente y la posibilidad de unir las patentes de escaso o nulo valor en patentes mancomunadas o carteras de patentes incitan a las empresas a trazar estrategias de patentamiento agresivas. Se crea así un mercado derivado del conocimiento, en el cual, a diferencia de otros mercados, las empresas registran patentes con el fin explícito de no utilizarlas en las transacciones con otras empresas. En ese mercado, las patentes poseen un valor en sí mismas, en función de un conjunto de expectativas futuras, ya sea mediante su inclusión en patentes mancomunadas, la posible relevancia de la innovación patentada para innovaciones incrementales futuras o la voluntad de bloquear la entrada a nuevos competidores. Las patentes actúan como señal, sin necesidad de que circulen entre las empresas. En este mercado se desvanece el equilibrio teórico entre las dos funciones básicas de las patentes: la de protección y apropiación, por un lado, y la de difusión del conocimiento, por el otro. Así, las patentes pierden su atributo tradicional de mecanismo destinado a facilitar la difusión del conocimiento y permanecen durmientes, obstaculizando la entrada de otros actores o simplemente incrementan el valor de la empresa al resaltar sus capacidades tecnológicas potenciales (Cimoli y Primi, 2008).

El hecho de que los sistemas de propiedad intelectual —cuyo objetivo fundamental es garantizar la apropiabilidad y la innovación— se utilicen para bloquear la entrada de competidores y mantener una posición monopolística en los mercados muestra que existe un problema de riesgo moral. Esto se evidencia en que en algunos sectores, como la

biotecnología, llega al mercado no más del 10% de las patentes obtenidas (Platt, 2001). Muchas fusiones y adquisiciones entre empresas se explican por una estrategia destinada a adquirir el control de las patentes y una posición dominante en los mercados internacionales (De Janvry y otros, 2000). En un escenario de este tipo, es evidente que los países de América Latina y los países en desarrollo en general juegan un papel residual respecto de los mercados del conocimiento. La situación resulta aun más compleja si se tiene en cuenta que los países de la región muestran un déficit estructural en las políticas de propiedad intelectual dirigidas a apropiarse de las innovaciones. Las políticas para la gestión de los sistemas de propiedad intelectual están mal definidas y poco integradas en las políticas nacionales y de desarrollo, y a los recursos humanos dedicados a su implementación y administración se los capacita en forma deficiente. Estas debilidades se observan en tres ámbitos.

#### *a) Deficiente gestión de las políticas y reducida capacidad legislativa*

Al formular las políticas de propiedad intelectual, los países de la región no tienen en cuenta que están vinculadas de manera orgánica al ambiente que las rodea y pueden ser utilizadas para promover los objetivos nacionales de desarrollo. La Comisión de Derechos de Propiedad Intelectual, Innovación y Salud Pública (CIPIH) ha señalado que en numerosos países estas políticas fueron diseñadas sin atender a su coordinación con los intereses de los actores afectados por los acuerdos de propiedad intelectual y, sobre todo, sin complementarlas con las reformas necesarias en la normativa nacional, como por ejemplo, las políticas de ciencia y tecnología y la legislación antimonopólica. Además, muchos países han firmado acuerdos internacionales —los ADPIC o el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)— sin tener una idea coherente de cómo implementarlos en el ámbito nacional (CIPR, 2002)<sup>16</sup>.

Otra de las debilidades que dificulta el adecuado cumplimiento de las obligaciones internacionales es la inexperiencia en materia de derechos de propiedad intelectual y la falta del conocimiento técnico necesario como para sancionar leyes en este ámbito (Drahos, 2002). Muchos países

<sup>16</sup> Un estudio realizado por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD) en 1996 demostró que en Chile los costos fijos iniciales para optimizar la infraestructura de propiedad intelectual fueron de aproximadamente 718.000 dólares, a los cuales se sumaron otros 837.000 dólares de costos anuales. Por otra parte, en un estudio llevado a cabo en 1999 por el Banco Mundial, se estimó que una adecuada infraestructura de propiedad intelectual en países poco desarrollados requeriría una inversión de más de 2 millones de dólares (Banco Mundial, 2002).

dependen de la asistencia técnica externa, concretada en proyectos de ley, asesoramiento de expertos o comentarios de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) y otros organismos sobre proyectos para futuras legislaciones.

### *b) Falta de infraestructura*

Otra de las grandes asimetrías institucionales es la escasa infraestructura de órganos y oficinas específicos encargados de llevar adelante las labores necesarias para hacer cumplir de manera eficaz los derechos de propiedad intelectual y la falta de recursos humanos capacitados para asesorar a los gobiernos y a las empresas (CIPR, 2002a). Tras examinar 96 países en un estudio realizado por la OMPI (Instituto para la Investigación Económica, 1996), se concluyó que, en un número sorprendentemente alto, la administración de los derechos de propiedad intelectual era competencia de departamentos ministeriales, mientras que solo dos países (entre ellos, Jamaica) habían establecido una oficina autónoma supervisada por un ministerio. Más aun, la inversión necesaria en infraestructura y recursos humanos para montar instituciones eficientes exige gastos que exceden las posibilidades de muchos países en desarrollo.

### *c) Escasa utilización de la flexibilidad jurídica*

Debido a la falta de información y a acuerdos bilaterales que restringen su libertad para tomar decisiones, un considerable número de los países de la región no ha sabido aprovechar la flexibilidad que les otorga el marco regulador de los ADPIC para adaptarlos a las necesidades locales<sup>17</sup>. De hecho, los ADPIC incluyen algunas disposiciones sobre trato especial y diferenciado y flexibilidades que permitirían a los países en desarrollo utilizar de manera estratégica la gestión de la propiedad intelectual según sus prioridades de desarrollo industrial (véase una taxonomía de las flexibilidades y los espacios efectivos de política permitidos por los ADPIC en el cuadro IV.4 y en Cimoli, Coriat y Primi, 2008).

En primer lugar, las disposiciones sobre trato especial y diferenciado otorgan derechos específicos a los países menos adelantados (PMA) en el marco de los ADPIC, al reconocer su estatus de economías en desarrollo. Sin embargo, el trato especial y diferenciado no elimina

---

<sup>17</sup> Correa (2000) es un ejemplo de los muchos comentaristas que han demostrado una preocupación por este tema.

la naturaleza única aplicable a todos, sino que solo establece un plazo para implementar los estándares homogéneos mínimos establecidos por los ADPIC. El trato especial y diferenciado no otorga el derecho de instrumentar un régimen de propiedad intelectual de acuerdo con la etapa de desarrollo económico, aunque sí reconoce el derecho de beneficiarse del período de aplazamiento para la implementación del acuerdo (Parte VI Disposiciones transitorias; *Artículo 65 Disposiciones transitorias/ Artículo 66 Países menos adelantados Miembros*; véase [en línea]: [http://www.wto.org/spanish/docs\\_s/legal\\_s/27-trips\\_08\\_s.htm](http://www.wto.org/spanish/docs_s/legal_s/27-trips_08_s.htm)). Las disposiciones relativas a la cooperación técnica y financiera y a la transferencia de tecnología abren una oportunidad, pero no son legalmente vinculantes y tienen una efectividad mínima, a menos que los países decidan ejercerlas.

En segundo lugar, el artículo 31 establece las condiciones bajo las cuales los gobiernos de los países miembros tienen permiso para otorgar una licencia obligatoria. Los gobiernos pueden permitir el uso de la materia de una patente sin autorización del titular de los derechos, incluido el uso por el gobierno o por terceros, cuando “el potencial usuario haya intentado obtener la autorización del titular de los derechos en términos y condiciones comerciales razonables y esos intentos no hayan surtido efecto en un plazo prudencial”. Las condiciones en que es posible otorgar una licencia obligatoria restringen el potencial uso de esta flexibilidad, porque son difíciles de cumplir y dependen de interpretaciones subjetivas de lo que es “razonable”. Sin embargo, el requisito bastante restrictivo de intento a priori no se aplica en los casos de emergencias nacionales, urgencias extremas y uso público no comercial.

**Cuadro IV.4**  
**TRATO ESPECIAL Y DIFERENCIADO, FLEXIBILIDADES Y**  
**DISPOSICIONES DE AUTODETERMINACIÓN: TAXONOMÍA DE LOS**  
**ESPACIOS DE POLÍTICA EN LOS ADPIC**

Disposición	Artículo de referencia	Espacio de política (efectivo)
<b>Trato especial y diferenciado</b>		
<b>Períodos transitorios</b>	ADPIC, artículo 65, párrafos 2-5	
	<p>Los países en desarrollo tienen derecho a aplazar por un determinado período la fecha de aplicación de las disposiciones del acuerdo.</p> <p>ADPIC, artículo 66, párrafo 1</p> <p>Los países menos adelantados (PMA) tienen derecho a aplazar por un período de 10 años la aplicación de las disposiciones del Acuerdo, a excepción de los artículos 3, 4 y 5. El Consejo de los ADPIC, cuando reciba de un PMA una petición debidamente motivada, concederá prórrogas de ese período.</p>	La Declaración de Doha sobre el Acuerdo sobre los ADPIC y la Salud Pública extendió las posibilidades para los PMA aun más allá de lo que concedía el ADPIC original.
<b>Cooperación técnica y financiera</b>	ADPIC, artículo 67	Disposición no legalmente vinculante.
<b>Transferencia de tecnología</b>	ADPIC, artículo 66, párrafo 2	
	<p>Los países desarrollados ofrecerán a las empresas e instituciones de su territorio incentivos destinados a fomentar y propiciar la transferencia de tecnología a los países menos adelantados.</p> <p>Declaración de Doha, artículo 37</p> <p>Reafirma el compromiso de los países desarrollados a proveer incentivos para promover e incrementar la transferencia de tecnología.</p>	Disposición no legalmente vinculante.
<b>Flexibilidades</b>		
<b>Licencias obligatorias</b>	ADPIC, artículo 31	Solo los países con una cierta capacidad productiva y tecnológica harán uso de esta disposición. Si el país tiene capacidades industriales, estructuras de mercado y políticas públicas adecuadas, este instrumento podrá ser utilizado como una amenaza para la negociación. Se requiere mucha voluntad política y compromiso. Los ADPIC no estipulan los motivos por los cuales se concederá una licencia obligatoria. Por lo tanto, los países miembros pueden basar las disposiciones para su otorgamiento en cualquier motivo. El ADPIC solo instituye ciertos requisitos procedimentales, como la negociación voluntaria previa a la concesión de la licencia, entre otros. En el caso de las emergencias nacionales o si la licencia obligatoria constituye una medida para corregir una práctica anticompetitiva, estos requisitos no son exigidos. Si se trata de un país que no posee la capacidad tecnológica y productiva necesaria, la Declaración de Doha y su implementación de 2003 proporcionan una licencia obligatoria que permite la exportación desde los países que sí tienen dichas capacidades productivas.

(continúa)

Cuadro IV. 4 (conclusión)

Cuadro IV. 4 (conclusión)		
<b>Agotamiento de los derechos (nacional, regional e internacional)</b>	ADPIC, artículo 6	
	Para los efectos de la solución de diferencias en el marco del presente Acuerdo, a reserva de lo dispuesto en los artículos 3 y 4, no se hará uso de ninguna disposición del presente Acuerdo en relación con la cuestión del agotamiento de los derechos de propiedad intelectual.	En virtud de los ADPIC, la única obligación que puede ser utilizada por un país para desafiar la posición de otro país con respecto a las importaciones paralelas son aquellas relativas al trato nacional (artículo 3) y al trato de la nación más favorecida (artículo 4). El régimen de agotamiento de los derechos de propiedad intelectual depende de las leyes nacionales.
<b>Importaciones paralelas</b>	Este artículo trata del agotamiento (o cese) de los derechos de propiedad intelectual y por eso es crucial en el comercio internacional. Esta disposición implícitamente aborda las importaciones paralelas, es decir, los productos ingresados al mercado en un país y en seguida exportados a un segundo país sin autorización del titular del derecho de propiedad intelectual en este.	
<b>Excepciones de los derechos conferidos</b>	ADPIC, artículo 30	
	Los países miembros podrán prever excepciones limitadas de los derechos exclusivos conferidos por una patente, a condición de que tales excepciones no atenten de manera injustificable contra la explotación normal de la patente ni causen un perjuicio injustificado a los legítimos intereses del titular de la patente, teniendo en cuenta los intereses legítimos de terceros.	Según el artículo 30, la legislación nacional puede introducir excepciones.
<b>Excepción Bolar</b>	La excepción Bolar fue introducida por primera vez por la Ley de competencia en los precios de los medicamentos y rehabilitación de patentes (Ley Waxman-Hatch) de 1984, que facilitó el registro de los medicamentos genéricos. La denominación "Bolar" procede de un caso juzgado por los tribunales estadounidenses, Roche Products Inc. contra Bolar Pharmaceutical Co. La cláusula permite que los productores genéricos importen, manufacturen y experimenten productos patentados antes del agotamiento de su patente, posibilitando el avance científico y tecnológico en los países de la región.	Según una diferencia solucionada por la OMC en abril de 2000, la legislación canadiense cumple con el ADPIC, pues les permite a los fabricantes explotar esta excepción (el caso de la OMC sobre el Canadá relativo a la protección brindada por las patentes a los productos farmacéuticos). Esta excepción ha sido adoptada de manera explícita por la Argentina, Australia, el Canadá, Israel y Tailandia. En la Unión Europea ha sido utilizada en forma individual para solucionar controversias puntuales. En el caso canadiense, la OMC confirmó la disposición "Bolar", pero derribó la excepción sobre almacenamiento al plantear que contravenía el artículo 30.

Fuente: M. Cimoli, B. Coriat y A. Primi, "Intellectual property and industrial policy: a critical assessment", *Industrial Policy and Development*, M. Cimoli, G. Dosi y J. Stiglitz, Oxford University Press, 2008.

La licencia obligatoria es un instrumento poco aprovechado por los países en desarrollo y que los países industrializados utilizan con frecuencia<sup>18</sup>. La capacidad de los países de la región para valerse de dicho instrumento está muy limitada por varios factores. Por una parte, este sistema requiere una infraestructura administrativa y legal ausente en la mayoría de estas naciones. Además, el artículo 31 de los ADPIC impone una serie de condiciones que deben cumplirse para otorgar la licencia y algunas, como el uso "predominantemente interno", son en extremo difíciles de combinar con las necesidades locales.

<sup>18</sup> El Canadá, por ejemplo, aprovechó este instrumento de 1969 a los últimos años de la década de 1980, hasta tal punto que los precios de los medicamentos sujetos a una licencia llegaron a ser un 47% más bajos que los vendidos en los Estados Unidos. El Reino Unido también utilizó la licencia obligatoria en los años setenta para producir medicamentos de venta amplia, como Librium y Valium.

Otra limitación considerable se debe a que el propietario de la licencia está obligado a manufacturar el producto bajo su propio riesgo y sin cooperación o ayuda alguna por parte del titular de la patente. No obstante, ocurre a menudo que el potencial productor carece de los conocimientos para llevar a cabo la ingeniería inversa y, además, no tiene un mercado lo bastante grande que le garantice recuperar las inversiones<sup>19</sup>.

La Declaración Ministerial de la Organización Mundial del Comercio (OMC) celebrada en Doha en 2001 evidenció otro de los problemas que enfrentan algunos de los países al usar las licencias obligatorias e instó al Consejo de los ADPIC a resolver el denominado “problema del sexto párrafo”, que reconoce la incapacidad de los países menos desarrollados para hacer uso de la licencia obligatoria, sobre todo en el campo farmacéutico. A partir de 2006, los ADPIC limitaron la posibilidad que tienen los países en desarrollo con suficiente capacidad manufacturera local para producir medicamentos genéricos mediante la utilización de licencias obligatorias y para venderlos a países menos desarrollados que no tienen la capacidad para producirlos. A pesar de las múltiples negociaciones en el Consejo de los ADPIC en 2002, aún no se ha encontrado una solución a este problema.

De hecho, hasta 2005 no se hizo uso de esas flexibilidades. Sin embargo, si se otorga una licencia obligatoria para corregir una práctica anticompetitiva, los prerequisites establecidos en el artículo 31 no tienen que ser cumplidos. En el caso de los países sin las capacidades tecnológicas y productivas necesarias, la Declaración de Doha y su implementación en 2003 proporcionan una licencia obligatoria que permite la exportación desde los países que sí tienen dichas capacidades productivas (Basheer, 2005). El Canadá y Ruanda recientemente explotaron este espacio para el Triavir, un medicamento contra el virus de inmunodeficiencia humana (VIH). Además, hace poco tiempo Tailandia y luego el Brasil otorgaron licencias obligatorias para producir algunos medicamentos esenciales para el tratamiento de la pandemia de VIH.

Otro ejemplo de flexibilidades identificadas en el ADPIC son las importaciones paralelas, que se refieren a distintos regímenes de agotamiento de la protección de patentes (nacional, regional o

---

<sup>19</sup> El Brasil es uno de los pocos países que ha logrado superar las mencionadas dificultades al integrar el uso de la licencia obligatoria en su programa nacional de ETS/SIDA.

internacional). Se tratan de productos adquiridos en un mercado y luego vendidos en otro sin autorización del titular del derecho sobre la patente. En ese caso, previo a la expiración de la patente, los países pueden obtener ventajas en productos manufacturados bajo licencia en otros países o para otros mercados y beneficiarse de la diferenciación internacional de precios. Los países en desarrollo hacen escaso uso de este mecanismo, en parte debido a la falta de personal técnico calificado y de los aparatos institucionales necesarios para llevarlo a cabo. Además, este espacio de política está en riesgo, pues la prohibición a las importaciones paralelas suele ser un prerrequisito para negociar acuerdos bilaterales de comercio con los Estados Unidos.

Por último, el artículo 30 del ADPIC establece las excepciones de los derechos conferidos, según las cuales los países miembros “podrán prever excepciones limitadas de los derechos exclusivos conferidos por una patente, a condición de que tales excepciones no atenten de manera injustificable contra la explotación normal de la patente ni causen un perjuicio injustificado a los legítimos intereses del titular de la patente, teniendo en cuenta los intereses legítimos de terceros”. En el prudente lenguaje del ADPIC, este artículo reconoce el derecho de establecer limitadas excepciones a los derechos conferidos por una patente, incluyendo la excepción Bolar, que les permite a los fabricantes de medicamentos genéricos importar, manufacturar y llevar a cabo experimentos sobre productos patentados antes del vencimiento de la patente. En otras palabras, autoriza a las empresas a embarcarse en investigación y desarrollo experimentales para elaborar productos genéricos sin violar la patente. Aunque se necesitan determinados umbrales de capacidad productiva y tecnológica para emprender esas tareas de investigación a fin de crear una demanda basada en el uso de esta flexibilidad, como los incentivos públicos y privados, la mayoría de los países en desarrollo carecen de las capacidades productivas o bien de los incentivos y las políticas apropiadas. En el mismo sentido, el *Background Paper* número 7 de la Comisión sobre Derechos de Propiedad Intelectual (CIPR) muestra que de 70 países en desarrollo analizados, solo una cuarta parte ha excluido específicamente a las plantas y los animales de la protección mediante patentes y que menos de una quinta parte ha implementado la excepción Bolar.

## 2. Utilización de regímenes y derechos

Las instituciones de investigación y desarrollo, las universidades y el sector privado no logran gestionar de manera eficaz los regímenes y derechos de propiedad intelectual debido a las dificultades y los costos que implica ejercerlos y mantenerlos (López, 2003; CIPR, 2002), que son muy elevados para los países de la región. En general, tales entes no disponen de un equipo eficiente de profesionales con conocimientos y experiencia en materia de protección legal de los resultados de la investigación y el desarrollo. En Chile, por ejemplo, solo el 4,8% de las empresas y el 11,8% de las instituciones tienen un equipo interno de profesionales encargado de la protección jurídica de estos resultados y solo el 3,2% de las empresas y el 6,5% de las universidades han subcontratado a especialistas para proteger sus innovaciones (Santibáñez, 2003). La baja utilización del sistema de propiedad intelectual por parte de las pymes en los países en desarrollo también se observa en el caso de los países desarrollados (EPO, 1994; Derwent, 2000). Los conocimientos limitados que poseen esas empresas sobre un sistema complicado y costoso explican que prefieran métodos informales de protección (Kitching y Blackburn, 1999).

Incluso cuando las empresas e instituciones consiguen poner en marcha una infraestructura eficaz para la gestión interna de los derechos de propiedad intelectual, estos son limitados por barreras externas. No solo el costo de obtener la protección supera muchas veces sus beneficios sino que, una vez obtenidos los derechos, es difícil mantenerlos. Los juicios en este fuero son costosos y prolongados y están repletos de peritajes técnicos, por lo que muchas empresas o instituciones demuestran cierta incapacidad, o incluso renuencia, ante los procesos jurídicos de esta naturaleza (Correa, 2003)<sup>20</sup>.

En síntesis, el déficit estructural de las políticas de propiedad intelectual —que se observa en los ámbitos relativos a la gestión y capacidad legislativa, la falta de infraestructura, el escaso uso de la flexibilidad otorgada por la legislación y el uso asimétrico de los regímenes y derechos— hace que los países de la región dispongan de

---

<sup>20</sup> El 27 de diciembre de 1998, el *New York Times* publicó que el costo promedio de un juicio por patentes en los Estados Unidos era de 1,2 millones de dólares por litigante, cifra mucho mayor en casos complejos. Otro ejemplo ilustrativo es el caso Polaroid contra Kodak, en el que cada parte gastó más de 100 millones de dólares.

un débil poder de negociación. Es indispensable reconocer la variedad de mercados del conocimiento y entender las distintas funciones y papeles que desempeñan las patentes en las estrategias empresariales para comprender cómo la región podría insertarse en el nuevo juego global del conocimiento. Al mismo tiempo, ello es necesario para que los países en desarrollo introduzcan en la agenda internacional propuestas de cambios que faciliten, o al menos no obstaculicen, la difusión de tecnología y el desarrollo de capacidades endógenas, sin las cuales el propio proceso de desarrollo se vería comprometido.

Para concluir, más de 20 años después de la introducción de políticas de ciencia, tecnología e innovación basadas en la demanda, la región enfrenta una situación donde las capacidades endógenas son escasas y no cuentan con estímulos adecuados. Las empresas hacen un uso acotado del conocimiento producido por las universidades, las cuales ven que su labor no recibe el respaldo necesario de los gobiernos y el sector privado. Así, se pierden oportunidades cuyo correcto aprovechamiento define la diferencia entre actualizarse o sufrir un creciente rezago frente a la economía internacional, en la que el desempeño depende cada vez más de la innovación.

Durante mucho tiempo, las políticas tendieron a priorizar la oferta a partir de criterios estratégicos definidos por el gobierno y se le prestaba poca atención a su uso efectivo por parte del sector privado. Aun así, en algunos países hubo una gran acumulación de capacidades tecnológicas e institucionales. En los años noventa, se dio una redefinición amplia de las políticas industriales, macroeconómicas y tecnológicas, que le otorgaron al mercado un rol orientador —casi exclusivo— de las actividades tecnológicas. En ambos casos se perdió de vista el carácter sistémico de los procesos de innovación y difusión y su naturaleza interactiva de prueba y error, que involucra un conjunto heterogéneo de agentes e instituciones con lógicas y objetivos diferentes. Como resultado de esta ausencia, la acumulación de capacidades tecnológicas fue limitada y localizada y no produjo efectos virtuosos que se reflejaran en mayores inversiones en investigación y desarrollo, en un mayor otorgamiento de patentes o en una más rápida difusión de las innovaciones, lo que aproximaría la región a la frontera tecnológica mundial. Paradójicamente, cuando se intentó

otorgarle un papel más determinante a la demanda de innovación, las reformas económicas originaron una estructura con una menor densidad tecnológica, donde dicha demanda era muy reducida.

La región está revisando los rumbos de las políticas de ciencia, tecnología e innovación, con el objeto de aprender de las experiencias del pasado. Hoy hay una preocupación clara por equilibrar mejor los dos lados de la ecuación de la innovación tecnológica: la oferta y la demanda. Se reconocen problemas serios de diseño institucional, como la desarticulación y la fragmentación de las políticas de ciencia, tecnología e innovación, superposición de organismos, problemas de jerarquía en la estructura de decisiones y falta de centralización en los instrumentos y objetivos. Además, se reconocen los rezagos de la estructura productiva, como el posicionamiento subordinado de sus empresas en las cadenas de valor, el bajo peso de los sectores con un uso intensivo de la investigación y el desarrollo, una especialización muy dependiente de los productos básicos y el predominio de distintas formas de importación de tecnología no complementadas por iniciativas o trayectorias endógenas de aprendizaje.

Los desafíos de rediseño institucional en ciencia, tecnología e innovación no son pequeños y exigirán altos niveles de creatividad por parte de los encargados de la formulación de políticas. Las relaciones entre la universidad y la empresa son un buen ejemplo de ese tipo de desafío. Las universidades de América Latina son depositarias de una excelente capacidad de investigación científica y tecnológica que puede representar una fuente significativa de conocimientos para el sector empresarial. El acercamiento entre estos dos actores tiene potencial para ejercer un fuerte impacto en la innovación. Pero dicho acercamiento se viene dando de una manera poco planificada, con predominio de los mecanismos informales, lo que brinda poca transparencia a la apropiación privada de los beneficios y a los vínculos entre las fuentes de financiamiento (públicas o privadas) de la investigación y los investigadores. Lo que está en juego es la forma en que la universidad se interrelaciona con la sociedad y cómo se abre un espacio mayor a la cooperación con el sector privado sin comprometer las áreas clave de su misión principal: la formación de recursos humanos de alto nivel enfocada en el desempeño académico de sus investigadores.

De la misma forma, es necesario ser creativos en la combinación de instrumentos de política verticales y horizontales. Si bien no hay respuestas

prontas ni recetas únicas, las innovaciones institucionales ensayadas por el Brasil en este terreno, como los fondos sectoriales, pueden indicar un camino interesante a transitar, sabiendo que estará sujeto al lento proceso de correcciones basado en el método de prueba y error.

Otro aspecto al que se le viene dando una atención creciente, aunque tardía, es el manejo de los derechos de propiedad intelectual, que tiene implicaciones profundas en términos de la posibilidad de aprovechar de manera cabal las oportunidades de aprendizaje, eliminar los obstáculos a la difusión de tecnología y ampliar los espacios para el diseño de políticas de ciencia, tecnología e innovación. El tema de la propiedad intelectual tiene que estar plenamente incorporado al tema de la acumulación de capacidades para el desarrollo. Se ha notado que la región se encuentra muy atrasada en lo que concierne al análisis de estos problemas. Sin duda, invertir en recursos humanos y en la infraestructura necesaria para administrar de forma eficaz la propiedad intelectual tiene un elevado costo, que está fuera del alcance de muchos países en desarrollo y, en particular, de las pequeñas empresas. Mientras tanto, los beneficios potenciales que se pueden derivar de un manejo inteligente de estos derechos son muy elevados e incluyen no solo la posibilidad de reducir los costos de productos de gran impacto sobre el bienestar de la población —tal como han hecho algunos países desarrollados con ciertos productos farmacéuticos—, sino también la posibilidad de promover la investigación a partir de tecnologías ya patentadas, impedir el otorgamiento de patentes extranjeras sobre productos pertenecientes a la biodiversidad y avanzar en el proceso de patentamiento de las innovaciones propias.

## Capítulo V

---

---

### **Innovar para crecer: reflexiones finales**

La capacidad de cada país de participar del comercio y el crecimiento mundial en los próximos años dependerá de su capacidad de innovar en los campos tecnológico, social y organizacional. El aspecto distintivo de la nueva economía del conocimiento es, precisamente, el papel central de la innovación en el juego competitivo y en la división global del trabajo. Sin embargo, la innovación en sí no es la única variable que importa. Interesan muy particularmente la dirección y calidad de esa innovación y, sobre todo, sus efectos sobre la inclusión social y la sostenibilidad ambiental. Puede decirse que actualmente el desarrollo económico se visualiza en términos de una combinación de esos tres objetivos: crecimiento, inclusión y sostenibilidad. Esa combinación debe ser virtuosa, en el sentido de que los tres objetivos se complementen y apoyen mutuamente. Tal sendero de crecimiento no se alcanza en forma automática ni por el juego espontáneo de las fuerzas del mercado, sino

que surge de la implementación de políticas deliberadas, consistentes a lo largo del tiempo, al amparo de configuraciones institucionales que estimulen y exploren las complementariedades en los campos tecnológico y económico. Si bien no es un desafío sencillo, ignorarlo conduce no solo al estancamiento de las capacidades, sino también a un rezago creciente que, a la larga, lleva al retroceso. Cuanto antes se acepte el desafío y se diseñen las respuestas estratégicas necesarias, mayor será la posibilidad de aproximarse a la frontera tecnológica internacional o, por lo menos, no perder terreno ante ella.

En este documento se reunieron ejemplos, estudios de caso y reflexiones sobre las trayectorias tecnológicas, institucionales y de política en países iberoamericanos y se abordaron tanto aspectos sectoriales como análisis de temas específicos prioritarios en las agendas nacionales e internacionales. El examen reveló la gran heterogeneidad de situaciones existentes entre los distintos sectores y entre los países que componen Iberoamérica. Al mismo tiempo, en todos ellos se identificaron enseñanzas de aplicación general que deberían guiar el diseño futuro de políticas. A continuación, se resumen algunas de estas enseñanzas que conocieron distintas fases, se ajustaron a nuevas perspectivas, sufrieron cambios más o menos importantes ante una economía mundial en rápida transformación y no solo son fruto de estudios y diagnósticos, sino que reflejan una acumulación gradual de experiencias en el área de las políticas tecnológicas e industriales.

Por una parte, las políticas públicas en todos los casos desempeñaron un papel clave en el aprendizaje. En el caso de los nuevos paradigmas, las políticas públicas y, muchas veces, los grandes programas de inversión del gobierno en educación y en ciencia, tecnología e innovación han impulsado el desarrollo desde las etapas iniciales hasta su difusión en el sistema productivo. Tanto en el caso de las tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC) como en los de la biotecnología y la nanotecnología, los programas específicos dotados de recursos y a escalas considerables han sido fundamentales para establecer el liderazgo de países y empresas. Iberoamérica ha logrado resultados importantes en la difusión del paradigma digital y, en algunos casos (Cuba, España y, en menor medida, la Argentina, el Brasil y Chile), en el área de la biotecnología; aun así, hay distancias muy grandes que salvar. Incluso en el paradigma digital, cuya difusión ha sido muy rápida en la

región, existen problemas de costos y de calidad (como la velocidad de la banda ancha y el uso de las TIC) que pueden afectar la competitividad de numerosos sectores.

Las políticas públicas no solo afectan la velocidad de la innovación, sino también su dirección, y eso tiene consecuencias en la combinación de objetivos. A raíz de la crisis de los precios del petróleo de los años setenta, muchos países se vieron obligados a reexaminar la matriz energética y algunos comenzaron a utilizar tecnologías más limpias. El desarrollo de la industria de biocombustibles del Brasil es un caso paradigmático de respuesta proactiva que definió una nueva trayectoria tecnológica para la producción de energía. Sus efectos han sido considerables y gracias a diversas políticas (que abarcaron la tecnología, los precios, la administración de oferta y demanda de combustibles, la infraestructura y la tecnología de otras industrias, como la automotriz), el país se encuentra hoy en una posición privilegiada para participar en las actividades que se realizan a nivel mundial con el objeto de reducir la emisión de gases de efecto invernadero en la producción energética. Aunque a escala mucho menor, los ejemplos de España con la energía eólica y de Barbados con los calentadores solares de agua apuntan en el mismo sentido. En ambos casos, la combinación de crisis energética y respuestas claras de política abrió un nuevo sendero de aprendizaje. Más aún, el notable desarrollo de la biotecnología aplicada a temas de salud en Cuba, que tiene efectos positivos en la inclusión social, muestra cómo las políticas sostenidas en el tiempo pueden lograr resultados importantes, aun en áreas de frontera y en un país relativamente pequeño y de limitados recursos.

En algunos de los ejemplos analizados, la existencia de grandes empresas estatales en el sector energético (principalmente en los sectores petrolero y eléctrico) fue un instrumento útil para promover el desarrollo de ese sector e impulsar la diversificación de la economía. Esto último se logró gracias a la demanda de tecnología estable y cada vez más sofisticada y por medio de la aplicación de las rentas captadas de las exportaciones al financiamiento de la construcción de centros de investigación. Sin embargo, los caminos no siempre fueron lineales. Las capacidades lentamente construidas fueron abandonadas en algunos momentos y en otros fueron incapaces de mantenerse en la frontera tecnológica, pero siempre dejaron una base a partir de la cual es posible pensar en políticas de aprendizaje más ambiciosas.

La inestabilidad de las políticas de ciencia, tecnología e innovación en un contexto institucional en que muchas veces lo tecnológico se inserta en niveles de baja jerarquía de poder y queda subordinado a otras instancias de decisión y a otros objetivos (como contener la inflación o reducir el déficit fiscal, con frecuencia a expensas de la inversión en investigación y desarrollo y en educación), impuso elevados costos al aprendizaje que se tradujeron en un aumento de la brecha tecnológica. En el presente estudio se ofrece evidencia de la escasa magnitud de los gastos en investigación y desarrollo y de su concentración en el sector público, reflejo del atraso relativo de las capacidades en Iberoamérica (menos grave en el caso de España).

Un momento de discontinuidad aguda en las políticas de ciencia, tecnología e innovación se vivió a principios de los años noventa. La liberalización comercial y financiera y el amplio proceso de privatización (que ya se habían ensayado en la década de 1970 en el Cono Sur de la región) llegaron junto con la idea de dar prioridad a las fuerzas del mercado y la demanda de aprendizaje tecnológico, reducir la influencia del Estado y cambiar las políticas verticales de ciencia, tecnología e innovación por políticas horizontales. Sin embargo, más que una amplia reforma institucional, lo que se registró fue la superposición de instrumentos e instituciones y, más que una redefinición de las fuentes del aprendizaje, se observó la decadencia del viejo sistema comandado por la oferta sin que en la práctica otro régimen ocupara su lugar. Esta situación fue cambiando desde finales de la década de 1990. En forma gradual, las políticas industriales y tecnológicas han vuelto a ocupar un lugar en la agenda de los países y hoy existen nuevos instrumentos que buscan articular mejor los estímulos provenientes tanto del lado de la oferta como de la demanda (los fondos tecnológicos sectoriales son un ejemplo de estos nuevos instrumentos). En toda la región se busca fortalecer el carácter sistémico de la innovación y las economías de red o, en términos más amplios, reforzar el sistema nacional de innovación.

Los ejemplos estudiados muestran que la dimensión sistémica estuvo presente en todos los casos en que el aprendizaje y la producción marcharon en conjunto. Esta dimensión se manifestó en los vínculos que se establecieron entre las políticas, los productores en sectores interrelacionados, las universidades y los agentes de investigación y desarrollo localizados en una región (o próximos a ella) y articulados en sus actividades, o sea, en retornos crecientes y externalidades marshallianas

que imprimen su dinamismo al crecimiento de una región. Los sectores en que más se profundizó el aprendizaje fueron precisamente los que exhibieron esas articulaciones: la biotecnología en Cuba (y, en parte, en la Argentina), los biocombustibles y el petróleo en el Brasil, y la energía eólica y el turismo en España, entre otros. Estos vínculos sistémicos faltaron allí donde el aprendizaje se frustró en etapas tempranas de su desarrollo, como en la experiencia mexicana de generación de energía eólica y en algunas áreas de la biotecnología en el Brasil. También la inserción de nuevas tecnologías en el sector agrícola, con la incorporación de los pequeños productores, depende de respuestas sistémicas que deben combinar innovaciones organizacionales (de creciente importancia en la agricultura) con importantes medidas para la construcción de capacidades (públicas y privadas) que redefinan el poder de negociación y la posición de esos productores en las cadenas globales de valor.

Las universidades, en particular las públicas, son una de las principales fuentes de investigación y desarrollo de Iberoamérica y es deseable que el sector privado financie una parte mayor de estos gastos. Sin embargo, dado que habrá un período de transición más o menos largo, es urgente fortalecer los mecanismos de cooperación entre universidad y empresa como un elemento importante del sistema nacional de innovación. En los últimos años se han registrado algunos movimientos en esta dirección, pero han sido poco sistemáticos y, hasta cierto punto, pasivos al internalizar las demandas del sector privado en la universidad sin aprovechar el papel que esta podría desempeñar en la transmisión de las demandas de mayor inclusión y sostenibilidad al sector privado.

La gravitación de los temas vinculados a los derechos de propiedad intelectual ha aumentado con el transcurso del tiempo. Debido, sobre todo, a que esos derechos se negocian de forma continua a escala global y en acuerdos bilaterales, urge la construcción de capacidad institucional para supervisar su influencia en la difusión internacional de tecnología y en la brecha tecnológica, especialmente en tecnologías limpias y en tecnologías que promueven la atención de las necesidades básicas de la población más pobre. Hay espacios importantes para lograr acuerdos en los que las patentes no comprometan el desarrollo local de tecnologías, pero esos grados de libertad no están siendo utilizados por los países en desarrollo. El riesgo de una “tragedia de los anticomunes” no es menor. Si bien hasta ahora no hay evidencia concluyente de que los derechos

de propiedad intelectual frenen la difusión de tecnologías clave en el sector energético, se sabe que eso no ocurre en otros ámbitos, como el de la industria farmacéutica. Una política activa de los países en desarrollo en este sector debe ser un componente clave de las políticas de ciencia, tecnología e innovación, que interesan no solo desde el punto de vista del acceso a las nuevas tecnologías, sino también de la posibilidad de que los países en desarrollo logren patentar sus propias innovaciones y garantizar el respeto por los productos de sus industrias creativas. La participación en redes internacionales tiene muchas ventajas, pero aquí también los derechos de propiedad intelectual juegan un papel importante.

Las lecciones de política industrial y tecnológica presentadas en el libro contienen ejemplos, localizados pero significativos, de éxito en la construcción de capacidades. Estas constituyen la base para reflexionar y diseñar nuevas maneras de gestionar las políticas. Las articulaciones sistémicas y las configuraciones institucionales más deseables muchas veces no son evidentes, no surgen como un hecho natural o inevitable, sino que dependen de decisiones estratégicas. La elección de los tres objetivos de la innovación que sirven de eje del libro (crecimiento, inclusión y sostenibilidad) refleja una preferencia por un cierto tipo de trayectoria. Esa preferencia no es arbitraria, sino que se formula a partir del legado de una historia marcada por las desigualdades y, a escala global, por la destrucción del patrimonio de recursos naturales del planeta. En el libro se han ofrecido varios ejemplos de éxito en la articulación de la innovación con la inclusión social y la sostenibilidad, como la electrificación rural en México, la promoción de las industrias creativas sobre la base de culturas y atractivos locales, el uso de la tecnología digital para facilitar el acceso al crédito de los más pobres y el empleo de nuevas tecnologías para identificar las necesidades de grupos carenciados.

Los ejemplos anteriores de inclusión y sostenibilidad son importantes y forman parte del acervo de enseñanzas y experiencias que este libro rescata y analiza. Pero una apuesta incluso más ambiciosa es tomar esos objetivos como orientadores del propio proceso, de forma que dejen de ser un paliativo de los efectos no deseados de la globalización, para convertirse en uno de sus componentes dinámicos. Más que corregir ex post los problemas que el crecimiento causa a la población y al medio ambiente, la innovación debe prevenirlos y evitarlos desde un comienzo. Las trayectorias tecnológicas son inseparables de las del empleo y

la producción y es fundamental pensar en los tipos de innovación que atenderían mejor los tres objetivos propuestos. La inclusión y la sostenibilidad pueden surgir de las propias trayectorias de crecimiento de los países, al definir los empleos creados, los grupos sociales que se benefician, los patrones de demanda, la inserción de los actores en redes globales y las prioridades de la agenda de investigación y desarrollo. Se trata de una idea cara a la tradición de la CEPAL, que recupera la reflexión sobre estilos de desarrollo propuesta por Aníbal Pinto en 1976. Invita, además, a un debate en las sociedades iberoamericanas sobre qué modalidad de desarrollo es la que mejor responde a los desafíos más urgentes que depara la economía global del conocimiento.



## Bibliografía

Abramovitz, M. (1990), "The catch-up factor in postwar economic growth", *Economic Inquiry* vol. 2, N° 1, enero.

Albornoz, M. y R. Barrere (coords.) (2008), "Biotecnología: tendencias recientes en investigación científica y desarrollo tecnológico (I+D): Argentina en el contexto internacional", documento elaborado en el marco del convenio entre el Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica (CAICYT) y la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCYT), Buenos Aires.

Albornoz, M. (coord.) (2007), *Inventario de capacidades en biotecnología: Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay*, Buenos Aires, Centro Redes para el Programa Biotech.

Albuquerque, E. (2001), "Scientific infrastructure and catching-up process: notes about a relationship illustrated by science and technology statistics", *Revista brasileira de economia*, vol. 55, N° 4.

Amaral Filho, J. (2006), "Território e inovação: o arranjo produtivo Pingo D'água", *Ciência e cultura* vol. 58, N° 1, São Paulo.

Amsden, A. (1989), *Asia Next Giant: South Korea and Late Industrialization*, Cornell University Press.

Antonelli, C. (1995), *The Economics of Localized Technological Change and Industrial Dynamics*, Boston, Kluwer Academic Press.

Arocena, R. y J. Sutz (2003), "Inequality and innovation as seen from the South", *Technology in Society* vol. 25, N° 2.

Arundel, A., G. Crespi y P. Patel (2006), "Biotechnology", *Scoping Paper*, Europe Innova.

A.T. Kearney (2007), "Destination Latin America: a near-shore alternative" [en línea] [http://www.atkearney.com/images/global/pdf/Near-Shore\\_Latin\\_America\\_S.pdf](http://www.atkearney.com/images/global/pdf/Near-Shore_Latin_America_S.pdf) [fecha de consulta: 29 de octubre de 2009].

Avenel, E. y otros (2007), "Diversification and hybridization in firm knowledge bases in nanotechnologies", *Research Policy*, vol. 36, N° 6, julio.

Banco Mundial (2002), "Intellectual property: balancing incentives with competitive access", *Global Economic Prospects and the Developing Countries 2002* [en línea] Washington, D.C. <<http://go.worldbank.org/2HXB3JCLH0>>.

Basheer, S. (2005), "India's Tryst with TRIPS: the Patents (Amendment) Act 2005", *The Indian Journal of Law and Technology*, vol. 1.

Bencomo, V. (2007), "Ciencia y compromiso social", documento presentado en el seminario internacional Ciencia, tecnología, innovación e inclusión social, Montevideo, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)-Universidad de la República.

Bisang, R. (2009), "Políticas, programas e instituciones en los agroalimentos: ¿Asincronía o co-evolución de las instituciones?", documento presentado en el seminario Institucionalidad agropecuaria y rural, Santiago de Chile, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), abril.

Bisang, R. y B. Kosacoff (2006), "Las redes de producción en el agro argentino", documento presentado en el XIV Congreso anual de la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID), Rosario, agosto.

Bisang, R. y G. Gómez (1999), "Las inversiones en la industria argentina en la década de los noventa", *serie Reformas económicas*, N° 41 (LC/L.1286), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), noviembre.

Bisang, Roberto, M. Campi y V. Cesa (2007), "Biotecnología y desarrollo", Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), inédito.

Bisang, R. y otros (comps.) (2006), *Biotecnología y desarrollo. Un modelo para armar en la Argentina*, Buenos Aires, Prometeo.

Bueno, R. y otros (2008), *The Caribbean and Climate Change: the Costs of Inaction*, Tufts University [en línea] <http://ase.tufts.edu/gdae/Pubs/rp/Caribbean-full-Eng.pdf>.

Bueno, R., E. Campos y F. Casani (2007), "La tercera misión de la universidad, enfoques e indicadores básicos para su evaluación", *Economía industrial*, N° 36.

Buitelaar, R., R. Padilla-Pérez y R. Urrutia-Álvarez (1999), "Centroamérica, México y República Dominicana: maquila y transformación productiva", *Cuadernos de la CEPAL*, N° 85 (LC/G.2047-P), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Burnett, R. (1996), *The Global Jukebox: the International Music Industry*, Londres, Routledge.

CAICYT (Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica) (2008), *Nanotecnología: tendencias recientes en investigación científica y desarrollo tecnológico (I+D): Argentina en el contexto internacional* [en línea] <http://www.caicyt.gov.ar/bases-de-datos-e-indicadores/documentos-1/nanotecnologia.pdf/download> [fecha de consulta: 28 de septiembre de 2009].

Capasso, M. y N. Correa (2007), "ICT and knowledge complementarities: a factor analysis on growth", Proyecto Sociedad de la Información, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Capdevielle, M., M. Casalet y M. Cimoli (2000), "Sistema de innovación: el caso mexicano", documento preparado para el Proyecto Instituciones y mercados, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ).

Casalet, M., (2003), *Políticas científicas y tecnológicas en México: evaluación e impacto*, México, D.F., Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO).

Casas, R., R. de Gortari y M. Luna (2000), "University, knowledge production and collaborative patterns with industry", *Developing Innovation System: Mexico in the Global Context*, M. Cimoli (ed.), Nueva York, Continuum-Pinter Publishers.

Cassiolato, J. E. y H. Lastres (2001), "Novas políticas na era do conhecimento: o foco em arranjos produtivos e inovativos locais" [en línea] [http://redesist.ie.ufrj.br/dados/nt\\_count.php?projeto=ar1&cod=2](http://redesist.ie.ufrj.br/dados/nt_count.php?projeto=ar1&cod=2).

Cassiolato, J., M. Couto Soares y H. Lastres (2008), "Innovation in unequal societies: how can it contribute to improve equality?", documento presentado en el seminario internacional Ciencia, tecnología, innovación e inclusión social, Montevideo, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)-Universidad de la República.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2009), *La inversión extranjera directa en América Latina y el Caribe*, 2008 (LC/G.2406-P), Santiago de Chile.

\_\_\_\_\_ (2008a), *La transformación productiva 20 años después: viejos problemas, nuevas oportunidades* (LC/G.2367(SES.32/3)), Santiago de Chile.

\_\_\_\_\_ (2008b), *Espacios iberoamericanos: la economía del conocimiento* (LC/G.2392), Santiago de Chile, CEPAL/Secretaría General Iberoamericana (SEGIB).

\_\_\_\_\_ (2007a), "Progreso técnico y cambio estructural en América Latina", *Documentos de proyectos*, N° 136 (LC/W.136), Santiago de Chile.

\_\_\_\_\_ (2007b), *Panorama de la inserción internacional de América Latina y el Caribe 2006. Tendencias 2007* (LC/G.2341-P/E), Santiago de Chile, agosto. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.07.II.G.85.

\_\_\_\_\_ (2007c), *La inversión extranjera en América Latina y el Caribe*, 2006 (LC/G.2336-P), Santiago de Chile, mayo. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.07.II.G.32.

\_\_\_\_\_ (2007d), *Cohesión social: inclusión y sentido de pertenencia en América Latina y el Caribe* (LC/G.2335/Rev.1), Santiago de Chile.

\_\_\_\_\_ (2004), *Fuentes renovables de energía en América Latina y el Caribe: situación y propuestas de políticas* (LC/L.2132), Santiago de Chile, mayo.

\_\_\_\_\_ (2002), *Globalización y desarrollo* (LC/G.2157(SES.29/3)), Santiago de Chile, abril.

CEPAL/FAO/IICA (Comisión Económica para América Latina y el Caribe/ Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación/ Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2009), *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe*, San José.

CERA (Cambridge Energy Research Associates) (2009), "Industry updates", *Journal of Petroleum Technology*, 12 de enero.

CFE (Comisión Federal de Electricidad) (2007), *Programa de obras e inversiones del sector eléctrico 2008-2017*, México, D.F.

Chidiak, M. y D. Tirpak (2008), *Mitigation Technology Challenges: Considerations for National Policy Makers to Address Climate Change*, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), agosto.

Chudnovsky, D. y A. López (1996), "Política tecnológica en la Argentina: ¿hay algo más que laissez faire?", *REDES*, vol. 3, N° 6, mayo.

Cimoli, M. (ed.), (2000), *Developing Innovation System: Mexico in the Global Context*, Nueva York, Continuum-Pinter Publishers.

Cimoli, M. y A. Primi (2008), "Technology and intellectual property: a taxonomy of contemporary markets for knowledge and their implications for development", *LEM Working Paper Series*, N° 6.

Cimoli, M. y G. Dosi (1995), "Technological paradigms, pattern of learning and development: an introductory roadmap", *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 5, N° 3.

Cimoli, M., B. Coriat y A. Primi (2008), "Intellectual property and industrial policy: a critical assessment", *Industrial Policy and Development*, M. Cimoli, G. Dosi y J. Stiglitz (eds.), Oxford University Press, en prensa.

CIPR (Comisión de Derechos de Propiedad Intelectual) (2002), *Integrating Intellectual Property Rights and Development Policy: Report of the Commission on Intellectual Property Rights*, Londres, septiembre.

Comisión Europea (2007), *Nanociencias y nanotecnologías: Un plan de acción para Europa 2005-2009. Primer informe de aplicación 2005 -2007* (COM(2007) 505 final), Comunicación de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo y al Comité Económico y Social Europeo, Bruselas.

\_\_\_\_\_ (2004), *Towards a European Strategy for Nanotechnology*, Communication of the European Commission COM 338 [en línea] [http://ec.europa.eu/nanotechnology/pdf/nano\\_com\\_en\\_new.pdf](http://ec.europa.eu/nanotechnology/pdf/nano_com_en_new.pdf) [fecha de consulta: 30 de septiembre de 2009].

Córdoba, M. y otros (2004), "Innovación participativa: experiencias con pequeños productores agrícolas en seis países de América Latina", *serie Desarrollo productivo*, N° 159 (LC/L.2203-P), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.04.II.G.128.

Coriat, B. y F. Orsi (2006), "The new role and status of intellectual property rights in contemporary capitalism. A view from the regulation theory", *Competition and Change*, vol. 10, N° 2.

Correa, C. (2003), "Formulating effective pro-development national intellectual property policies", *Trading in Knowledge. Development Perspectives on TRIPS, Trade and Sustainability*, C. Bellmann y R. Meléndez-Ortiz (eds.), Londres, Earthscan Publications.

\_\_\_\_\_ (2000), *Intellectual Property Rights, the WTO and Developing Countries: the TRIPS Agreement and Policy Options*, Londres, Zed Books.

COTEC (Fundación para la Innovación Tecnológica) (2009), *Informe COTEC: tecnología e innovación en España*, Madrid.

Da Silveira, J., M. Dal Poz y A. Assad (coords.) (2004), *Biotecnología e recursos genéticos. Desafíos e oportunidades para o Brasil*, Fondo para el Financiamiento de Estudios y Proyectos (FINEP).

Dalrymple, J. (2008), "Apple's strategy: rent iTunes to sell Macs, iPods", *Macworld*, enero.

De Brito Cruz, C. (2008), "Assimetrias dos sistemas de inovação latino-americanos: os papéis da universidade e da empresa", documento preparado para el proyecto "Uma nova agenda económica e social para a América Latina", São Paulo, Brasil e Santiago de Chile, Instituto Fernando Henrique Cardoso (IFCH) y Corporación de Investigaciones Económicas para Latinoamérica (CIEPLAN).

\_\_\_\_\_ (1999), "A universidades, a empresa e a pesquisa", *Revista humanidades*, N° 45.

De Janvry, A. y otros (2000), "Technological change in agriculture and poverty reduction", documento preparado para el informe sobre el desarrollo mundial [en línea] [www.worldbank.org/poverty/wdrpoverty/background/dejanvry.pdf](http://www.worldbank.org/poverty/wdrpoverty/background/dejanvry.pdf).

Del Río González, P. (2009), "The empirical analysis of the determinants for environmental technological change: a research agenda", *Ecological Economics*, vol. 68, N° 3, enero.

Derwent (2000), *Dismantling the Barriers: a pan-European survey on the use of patents and patent information by small and medium-sized enterprises*, Londres.

Dias, R. y P. S. Fracalanza (2004), Integração Universidade-Empresa no Brasil: observações sobre o perfil técnico-científico de projetos apoiados pelo Uniemp, *Convergencia*, N° 35, México, D.F., Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM).

Dinica, V. (2008), "Initiating a sustained diffusion of wind power: the role of public-private partnerships in Spain", *Energy Policy*, vol. 36, N° 9, septiembre.

Dirven, M. (2007), "Pobreza rural y políticas de desarrollo: avances hacia los Objetivos de Desarrollo del Milenio y retrocesos de la agricultura de pequeña escala", *serie Desarrollo productivo*, N° 183 (LC/L.2841-P), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Dosi, G. (1988), "The nature of innovation", *Technical Change and Economic Theory*, G. Dosi y otros (eds.), Londres, Pinter.

Drahos, P. (2002), "Developing countries and international intellectual property standard-setting", *Journal of World Intellectual Property*, vol. 5, N° 5.

ENR (Engineering News Record) (2009) [en línea] <http://enr.construction.com/default.asp> [fecha de consulta: 29 de octubre de 2009].

EPO (Oficina Europea de Patentes) (1994), *Utilisation of Patent Protection in Europe*, EPOscript, vol. 3.

Ernst & Young (2008), *Beyond Borders*, Global Biotechnology Report [en línea] [www.ey.com](http://www.ey.com).

Etzkowitz, H. y otros (2000), "The future of the University and the University of the future: evolution of Ivory Tower to entrepreneurial paradigm", *Research Policy*, vol. 29, N° 2.

Fabrizio, K. R. (2007), "University patenting and the pace of industrial innovation", *Industrial and Corporate Change*, vol.16, N° 4.

Fajnzylber, F. (1990), "Industrialización en América Latina: de la 'caja negra' al 'casillero vacío': comparación de patrones contemporáneos de industrialización", *Cuadernos de la CEPAL*, N° 60 (LC/G.1534/Rev.1-P), Santiago de Chile. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.89.II.G.5.

Faulkner, W. y J. Senker (1995), *Knowledge and Frontiers*, Oxford, Clarendon Press.

Ferraro, F. y M. Borroi (1998), "The emerging landscape of research: dynamics of trust and cooperation", documento presentado en la conferencia "A Triple Helix of University, Industry, Government Relations, The New Location of Research", Nueva York, enero.

Fiedler, M. e I. Welpé (2006), "Cooperative strategies of small, medium and large firms in the commercialization of nanotechnology", *Understanding the Regulatory Climate for Entrepreneurship and SMEs. Papers presented to the Recontres de St-Gall 2006*, U. Fueglistaller, Th. Volery y W. Weber (eds.), St Gallen, Swiss Research Institute of Small Business and Entrepreneurship at the University of St. Gallen.

Foladori, G. (2006), "Nanotechnology in Latin America at the crossroads", *Nanotechnology Law and Business*, vol. 3, N° 2.

Foladori, G. y V. Fuentes (2007), *Nanotecnología en Chile ¿hacia una economía del conocimiento?* [en línea] <http://estudiosdeldesarrollo.net/relans/documentos/CHILE-NANO.pdf> [fecha de consulta: 28 de septiembre de 2009].

Fransman, M. y K. King (eds.) (1984), *Technological Capability in the Third World*, Londres, Macmillan.

Freeman, C. (1994), "Technological revolutions and catching-up: ICT and the NICs", *The Dynamics of Technology, Trade and Growth*, J. Fagerberg, N. von Tunzelman y B. Verspagen (eds.), Londres, Edgar Elgar.

\_\_\_\_\_ (1987), *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, Londres, Pinter Publisher.

Freeman, C. y F. Louçã (2001), *As Time Goes By: From the Industrial Revolution to the Information Revolution*, Nueva York, Oxford University Press.

Freeman, C. y C. Pérez (1988), "Structural crises of adjustment, business cycles and investment behavior", *Technical Change and Economic Theory*, G. Dosi, C. Freeman y otros (eds.), Londres, Pinter Publisher.

Freeman, C., C. Clark y L. Soete (1982), *Unemployment and Technical Innovation: A Study of Long Waves in Economic Development*, Londres, Pinter Publisher.

Fucks, M. (2007), "Os novos caminhos das instituições públicas de pesquisa agropecuária: observações a partir dos casos da Embrapa e do INTA", documento presentado en el XII seminario ALTEC, Argentina.

Gallagher, K.S. (2006), *China Shifts Gears: Automakers, Oil, Pollution, and Development*, Cambridge, MA, The MIT Press.

Gallagher, K.S., J.P. Holdren y A.D. Sagar (2006), "Energy-technology innovation", *Annual Review of Environment and Resources*, N° 31.

Garcés Toledano, F., J. Montero Plata y M. Vega García (coords.) (2007), *Relevancia de la biotecnología en España 2007*, Madrid, Fundación Española para el Desarrollo de la Investigación en Genómica y Proteómica (Genoma España).

Goldstein, P. (1994), *Copyright's Highway: From Gutenberg to the Celestial Jukebox*, Nueva York, Hill & Wang.

Graça, C. A. (2007), "Governança e inovação tecnológica em APLs: um estudo de caso no APL Calçadista de Birigui/SP (anos 1990 – 2000)", tesis de doctorado, São Paulo, Universidad de São Paulo.

Grubb, M. (2004), "Technology innovation and climate change policy: an overview of issues and options", *Keio Economic Studies*, vol. 41, N° 2.

Gutman, G. y P. Lavarello (2009a), "Building capabilities to catch up with the biotechnological paradigm. The role of public policies in developing countries. Evidence from Latin American Agri-food systems", *Learning, Knowledge and Innovation: Policy Challenges for the 21th Century*, M. Cimoli, G. Dosi y A. Primi (eds.), Oxford, Oxford University Press, en prensa.

\_\_\_\_\_ (2009b), "Biotecnología y desarrollo: Avances de la agrobiotecnología en Argentina y Brasil", Buenos Aires, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), inédito.

\_\_\_\_\_ (2008), "Biotechnology and development: preliminary findings from Argentina, Brazil and Chile", documento presentado en la doceava conferencia internacional de la Joseph Schumpeter Society, Río de Janeiro.

\_\_\_\_\_ (2006), "Dinámicas recientes de las industrias agroalimentarias en el MERCOSUR. Perspectivas, desafíos", *Cuadernos del CENDES*, vol.23, N° 63, Caracas, Centro de Estudios del Desarrollo (CENDES)/Universidad Central de Venezuela (UCV).

Gutman, G., P. Lavarello y D. Roisinblit (2006), "La promoción pública de actividades de investigación y desarrollo en biotecnología en Argentina", *Biotecnología y desarrollo. Un modelo para armar en la Argentina*, Bisang, R. y otros (comps.), Buenos Aires, Prometeo.

Hall, A. (2007), "Challenges to strengthening agricultural innovation systems: where do we go from here?", *UNU-MERIT Working Papers*, No. 2007-038, Universidad de las Naciones Unidas, Maastricht Economic and Social Research and Training Centre on Innovation and Technology.

Hall, B. (2005), "Government policy for innovation in Latin America", documento presentado en la conferencia "R&D and Innovation in the Development Process", Barcelona, junio.

Hall, B. y A. Maffioli (2008), "Evaluating the impact of technology development funds in emerging economies: evidence from Latin America", *IDB Working Paper*, N° OVE/WP-01/08, Washington, D.C., Banco Interamericano de Desarrollo (BID), enero.

Hardin, Garrett (1968), "The tragedy of the common" *Science*, N° 162.

Hein, P., A. Mujica y A. Peluffo (1996), *Universidad de la República-sector productivo: análisis de una relación compleja*, Montevideo, Ciesu-Trilce.

Heller, M. y R. Eisenberg (1998), "Can patents deter innovation? The anticommons in biomedical research", *Science*, vol. 280.

Hernández-Cuevas, C. y P. Valenzuela (2004), "Strategies to capture biotechnology opportunities in Chile", *Electronic Journal of Biotechnology*, vol. 7, N° 2.

Hesmondhalgh, D. (2002), *The Cultural Industries*, Londres, Sage Publications.

Hopkins, M. y otros (2007), "The myth of the biotech revolution: an assessment of technological, clinical and organizational change", *Research Policy*, N° 36.

Hoyt, E., J. Moscarella y J. Swisher (1998), "Environmental implications of increased US-Mexico electricity trade", *Environmental Science & Policy*, vol. 1, N° 2, mayo.

Huacuz, J. (2005), "The road to green power in Mexico—reflections on the prospects for the large-scale and sustainable implementation of renewable energy", *Energy Policy*, vol. 33, N° 16, noviembre.

ICTSD (Centro Internacional de Comercio y Desarrollo Sostenible) (2008), "Climate change update: technology, IP issues on the table", *News and Analysis*, vol. 2, N° 2 [en línea] <http://ictsd.net/i/news/bioresreview/12099/>.

IFPI (Federación Internacional de la Industria Fonográfica) (2009), *Digital Music Report 2009*, Londres.

\_\_\_\_\_ (2008), *Digital Music Report 2008*, Londres.

Instituto para la Investigación Económica (1996), *Study on Financial and other Implications of the Implementation of the TRIPS Agreement for Developing Countries*, Ginebra, Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI).

Jacob, M., M. Lundqvist y H. Hellsmark (2003), "Entrepreneurial transformation in the Swedish University system: the case of Chalmers University of Technology", *Research Policy*, N° 32.

Jaramillo Salazar, H. (2003), "Políticas científicas y tecnológicas en Colombia: evaluación e impacto durante la década de los noventa", Bogotá, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), inédito.

Karamouzis, F. y otros (2007), "SWOT Analysis: Mexico is Emerging as a Global Services Destination", *Gartner Research*, 10 de julio.

Katz, J. (1997), "Crecimiento, cambios estructurales y evolución de la productividad laboral en la industria manufacturera latinoamericana en el período 1970-1996", documento presentado al Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

\_\_\_\_\_ (1987), *Technology Generation in Latin American Manufacturing Industries: Theory and Case-Studies Concerning its Nature, Magnitude and Consequences*, Londres, The Macmillan Press.

\_\_\_\_\_ (1984), "Domestic technological innovations and dynamic comparative advantage: Further reflections on a comparative case-study program", *Journal of Development Economics*, vol. 16, N° 1-2, septiembre-octubre.

Kay, L. y P. Shapira (2009), "Developing nanotechnology in Latin America", *Journal of Nanoparticle Research*, vol. 11, N° 2, febrero.

Keirstead, B. S. (1948), *The Theory of Economic Change*, Toronto, Macmillan.

Kennedy, J. (2006), "Music—A key driver of the digital economy," *IFPI Digital Music Report 2006*, Londres.

Kitching, J. y R. Blackburn (1999), "Intellectual property management in the small and medium enterprises", *Journal of Small Business and Enterprise Development*, vol. 5, N° 4.

Kudadjie-Freeman, C., P. Richards y P. C. Struik (2008), "Unlocking the potential of contract farming: lessons from Ghana", *The Gatekeeper series*, N° 139.

Latin Trade (2009), "500 Latin America's largest companies" [en línea] [http://latintrade.com/rsrch/2009\\_LT\\_500.pdf](http://latintrade.com/rsrch/2009_LT_500.pdf) [fecha de consulta: 5 de octubre de 2009].

Leonhard, G. (2008), *Music 2.0: Essays by Gerd Leonhard*, Creative Commons.

Levinthal, D. y A. March (1993), "The myopia of learning", *Strategic Management Journal*, vol. 14.

Link, A. N., D. Siegel y B. Bozeman (2007), "An empirical analysis of the propensity of academics to engage in informal university technology transfer", *Industrial and Corporate Change*, vol.16, N° 4.

Liso, J. M. y otros (2002), "La banca en Latinoamérica. Reformas recientes y perspectivas", *Colección estudios económicos*, N° 30, Barcelona, La Caixa.

López, A. (2003), "La sociedad de la información, servicios informáticos, servicios de alto valor agregado y software", *Proyecto Lineamientos para fortalecer las fuentes del crecimiento económico*, Buenos Aires, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)-Ministerio de Economía.

López, A., D. Ramos e I. Torre (2008), "La exportación de servicios: ¿puede América Latina insertarse en las cadenas globales de valor?", Documento de trabajo, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), inédito.

Lorenz, E. y A. Valeyre (2006), "Organizational Forms and Innovative performance: a comparison of the EU-15", *How Europe's Economies Learn: Coordinating Competing Models*, E. Lorenz y B. Lundvall (eds.), Oxford, Oxford University Press.

Malerba, F. y L. Orsenigo (2002), "Innovation and market structure in the pharmaceutical and biotech: towards an historic friendly approach", *Industrial and Corporate Change*, vol. 11, N° 4.

Malsch, I. (2008), "Nanotechnology in Brazil" [en línea] [http://www.mesaplustwente.nl/nanoforumela/nanotechnology\\_in\\_brasil/nanoforumelabrazil2008.pdf](http://www.mesaplustwente.nl/nanoforumela/nanotechnology_in_brasil/nanoforumelabrazil2008.pdf).

\_\_\_\_\_ (2004), "Nanotechnology in Mexico" [en línea] <http://www.voyle.net/Guest%20Writers/Drs.%20Ineke%20Malsch/Malsch%202004-0001.htm> [fecha de consulta: 28 de septiembre de 2009].

Martínez J. (2008), "Nanotecnología: un sector estratégico en innovación y creación de valor", *Economía exterior*, N° 44.

Martins, P. y otros (2007), *Revolução invisível: desenvolvimento recente da nanotecnologia no Brasil*, São Paulo, Xamã Editora e Grafica Ltda.

Mazzoleni, R. (2008), "Catching up and academic institutions: a comparative study of past national experiences", *Journal of Development Studies*, vol. 44, N° 5, mayo.

Metcalf, S. (1995), "The economic foundations of technology policy", *Handbook of the Economics of Innovation and Technical Change*, P. Stoneman (ed.), Oxford, Blackwell.

Meyer, M. (2007), "What do we know about innovation in nanotechnology? Some propositions about an emerging field between hype and path-dependency", *Scientometrics*, vol. 70, N° 3.

Mimura, N. y otros (2007), "Small Islands. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability", Contribución del grupo de trabajo II al cuarto informe de evaluación del IPCC, M.L. Parry y otros (eds.), Cambridge, Cambridge University Press.

Molas-Gallart, J. y otros (2002), *Measuring Third Stream Activities. Final Report to the Russell Group of Universities*, SPRU, University of Sussex.

Moreno, F. (1992), "Relaciones de la universidad con el sector productivo: una nueva área de transferencia de tecnología", *Revista de derecho industrial*, N° 40, Buenos Aires.

Mowery, D.(1983), "Industrial research, firm, size, growth and survival, 1921-46", *Journal of Economic History*, N° 43.

Muñoz, M., V. Oschmann y D. Tàbara (2007), "Harmonization of renewable electricity feed-in laws in the European Union", *Energy Policy*, N° 35.

Narula, R. (2002), "Innovation systems and 'inertia' in R&D location: Norwegian firms and the role of systemic lock-in", *Research Policy*, vol. 31, N° 5, julio.

Nelson, R. (ed.) (1993), *National Innovation System: a Comparative Analysis*, Nueva York, Oxford University Press.

Nelson, R. y E. Phelps (1966), "Investment in humans, technological diffusion, and economic Growth", *American Economic Review*, vol. 56, N° 1/2.

Niosi, J. y S. Reid (2007), "Biotechnology and nanotechnology: science-based enabling technologies as window of opportunity for LDCs?", *World Development*, vol. 35, N° 3, marzo.

Nurse, K. (2002), "The Caribbean music industry: enhancing export capabilities", *Caribbean Economies and Global Restructuring*, Keith Nurse y Marie-Claude Derne (eds.), Ian Randle Press.

OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) (2009), *OECD Biotechnology Statistics 2009*, París.

\_\_\_\_\_ (2008a), *Compendium of Patent Statistics*, París.

\_\_\_\_\_ (2008b), *Tourism in OECD Countries 2008: Trends and Policies*, París.

\_\_\_\_\_ (2006), *OECD Information Technology Outlook*, París.

\_\_\_\_\_ (2005), *A Framework for Biotechnology Statistics*, París.

\_\_\_\_\_ (1963), *Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development: The Measurement of Scientific and Technological Activities. Frascati Manual*, Directorate for Scientific Affairs, París.

OEA (Organización de los Estados Americanos) (2004), *La cultura como motor de crecimiento económico, empleo y desarrollo*, Washington, D.C.

OMPI (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual) (2003), *Guide on Surveying the Economic Contribution of the Copyright-Based Industries*, Ginebra.

Orsenigo, L. (1999), *The Emergence of Biotechnology*, Nueva York, St Martin's Press.

Pacheco, C. (2007), "As reformas da Política Nacional de Ciência Tecnologia e inovação no Brasil, 1999- 2002", *Manual de políticas públicas, ciencia y tecnología para el desarrollo*, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ).

\_\_\_\_\_ (2005), "Políticas públicas, intereses y articulación política: cómo se gestaron las recientes reformas al sistema de ciencia y tecnología en Brasil", *serie Políticas sociales* N° 103 (LC/L.2251-P), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL), febrero. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.05.II.G.9.

\_\_\_\_\_ (2003), "As reformas da Política Nacional de Ciência Tecnologia e inovação no Brasil, 1999- 2002", documento preparado para la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Campinas, Brasil.

Palmieri, V., E. Alarcón y D. Rodríguez (2009), *Situación y desempeño de la agricultura en América Latina y el Caribe desde la perspectiva tecnológica, Informe de 2008*, San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, enero.

Pavitt, K. (1987), "The objectives of technology policy", *Science and Public Policy*, vol. 14.

Platt, L. (2001), *Biotechnology Industry Report*, Millennium Edition, Ernst & Young.

Peres, W. y M. Hilbert (eds.) (2009), *La sociedad de la información en América Latina y el Caribe. Desarrollo de las tecnologías y tecnologías para el desarrollo*, Libros

de la CEPAL, N° 98 (LC/G.2363-P), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.08.II.G.72.

Perlack, B. y W. Hinds (2003), "Evaluation of renewable energy incentives: the Barbados Solar Water Heating Experience [en línea] <http://www.ornl.gov/~webworks/cppr/y2001/pres/119025.pdf>.

Pinto, A. (1976), "Notas sobre estilos de desarrollo en América Latina", *Revista de la CEPAL*, N° 1, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), junio. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.76.II.G.2.

Pisano, G. (2006), *Science Business. The Promise, the Reality and the Future of Biotech*, Boston, Harvard Business School Press.

Puchet, M. y P. Ruiz (2003), *Nuevas leyes de ciencia y tecnología y orgánica del Conacyt. Buenos propósitos, cambios institucionales y concentración presidencial de las decisiones*, México, D.F., Porrúa/Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Razo, C. y otros (2007), "Producción de biomasa para biocombustibles líquidos: el potencial de América Latina y el Caribe", *serie Desarrollo productivo*, N° 181 (LC/L.2803-P), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.07.II.G.136.

Reardon, T., P. Timmer y J. Berdegue (2004), "The rapid rise of supermarkets in developing countries: induced organizational, institutional, and technological change in agrifood systems", *Journal of Agricultural and Development Economics*, vol. 1.

Rodríguez, A. y H. Alvarado (2008), *Claves de la innovación social en América Latina y el Caribe* (LC/G 2394-P/E), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Publicación de Las Naciones Unidas, No. De Venta: S.08.II.G.57.

Rojas Suárez, L. (2007), *Promoviendo el acceso a los servicios financieros: ¿Qué nos dicen los datos sobre bancarización en América Latina?*, Bogotá, Federación Latinoamericana de Bancos (FELABAN).

Rosenberg, N. (1977), "American technology: imported or indigenous?", *The American Economic Review*, vol. 67, N° 1, febrero.

\_\_\_\_\_ (1982), *Inside the Black Box*, Cambridge, Cambridge University Press.

Rothaermel, F., T. S. Agung y L. Jiang (2007), "University entrepreneurship: a taxonomy of the literature", *Industrial and Corporate Change*, vol.16, N° 4.

Sanseverino, B. (2008), Ponencia en el seminario internacional Ciencia, tecnología, innovación e inclusión social, Montevideo [en línea] <http://www.unesco.org.uy/ciencias-naturales/fileadmin/templatess/cultura/cultura-mercursosur/archivos/CyT/PresentacionSanseverinoPANES.pdf>.

Santibáñez, E. (2003), "Sistema nacional de innovación y vinculación sector público privado, caso de Chile", documento presentado en la Reunión regional OMPI-CEPAL de expertos sobre el sistema nacional de innovación: propiedad intelectual, universidad y empresa, Santiago de Chile, Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI) y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Schejtman, A. (1998), "Agroindustria y pequeña agricultura: experiencias y opciones de transformación", *Agroindustria y pequeña agricultura: vínculos, potencialidades y oportunidades comerciales*, Libros de la CEPAL, N° 46 (LC/G.2007-P), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)/ Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ)/Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.98.II.G.4.

Schumpeter, J. (1911), *The Theory of Economic Development*, Cambridge, MA, Harvard University Press.

Singer, A. (2006), "Digital ants wreck the music industry's picnic", *Financial Times*, 9 de marzo.

Singh, S. (2005), "Contract farming for agricultural development. Review of theory and practice with special reference to India", *Centad Working Paper* [en línea] [http://www.centad.org/download/workingpaper\\_Contract\\_%20farming.pdf](http://www.centad.org/download/workingpaper_Contract_%20farming.pdf) [fecha de consulta: 27 de octubre de 2009].

Smith, A., A. Stirling y F. Berkhout (2005), "The governance of sustainable socio-technical transitions: a quasi-evolutionary model", *Research Policy*, N° 34.

Stads, G.J. y N. Beintema (2009), *Investigación agrícola pública en América Latina y el Caribe: tendencias de capacidad e inversión, Informe de síntesis ASTI*, Washington, D.C., Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias (IFPRI)/Banco Interamericano de Desarrollo (BID), marzo.

Stenzel, T. y A. Frenzel (2008), "Regulating technological change. The strategic reactions of utility companies towards subsidy policies in the German, Spanish and UK electricity markets", *Energy Policy*, vol. 36, N° 7, julio.

Stumpo, G. (1998), *Empresas transnacionales, procesos de reestructuración industrial y políticas económicas en América Latina*, Santiago de Chile, Alianza Estudios/Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Sutz, J. (2000), "The university-industry-government relations in Latin America", *Research Policy*, N° 29.

Sutz, J. y R. Arocena (2006), "Innovation policies as social policies. On strategies for the pursuit of proactive equality in underdevelopment", documento presentado en la conferencia "South African GLOBELICS Conference 2005", Sudáfrica.

Teitel, S. (2004), "On semi-industrialized countries and the acquisition of technological capabilities", *ICER Working Papers*, N° 19, International Centre for Economic Research (ICER).

Teubal, M. (1982), "The R&D performance through time of a young, high-technology firm: methodology and illustration", *Research Policy*, vol. 11.

*The Economist* (2009), "Beyond Voice: special report on telecoms in emerging markets" [en línea] [http://www.economist.com/specialreports/displaystory.cfm?story\\_id=14483848](http://www.economist.com/specialreports/displaystory.cfm?story_id=14483848).

Thomas, H. (2009), "Tecnologías para la inclusión social y políticas públicas en América Latina", documento presentado en el I Encuentro internacional culturas científicas y alternativas tecnológicas, Buenos Aires.

Trail, B. y C. Duffield (2002), "The structure of the European agro-food biotechnology industry: are strategic alliances here to stay?", *Market Development for Genetically Modified Foods*, V. Santaniello, R. E. Evenson y D. Zilberman (eds.), CABI Publishing.

Trigo, E. y R. Echeverría (2008), "Los retos de la investigación agroalimentaria en América Latina", *Revista española de estudios agrosociales y pesqueros*, N° 219.

Tuunainen, J. (2005), "Hybrid practices? Contributions to the debate on the mutation of science and university", *Higher Education*, N° 50.

UNCTAD (Conferencia de las Naciones Unidas para el Comercio y el Desarrollo) (2009), *World Investment Report 2009, Transnational Corporation, Agricultural Production and Development*, Ginebra, septiembre.

UNCTAD/OIT (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo/Organización Internacional del Trabajo) (1995), *Media Services: a Survey of the Industry and its Largest Firms*, Ginebra.

UNCTAD/PNUD (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo/Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) (2008), *The Creative Economy Report 2008: the Challenge of Assessing the Creative Economy: Towards informed policy-making*, Ginebra.

Valentin, F. y R. Lund Jensen (2003), "Discontinuities and distributed innovation: the case of biotechnology in food processing", *Industry and Innovation*, vol. 10, N° 3, septiembre.

Valls, L., R. Sennes y N. Mulder (2009), "Brazil's emergence as the regional export leader in services: a case of specialization in business services", Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), inédito.

Van Beuzekom, B. y A. Arundel (2006), *OECD Biotechnology Statistics*, París, Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE).

Van Looy, B. y otros (2004), "Combining entrepreneurial and scientific performance in Academia: towards a compounded and reciprocal Matthew-effect?", *Research Policy*, vol. 33, N° 3.

Vargas, A. L. y O. Segura B. (2003), "Políticas industriales, científicas y tecnológicas en Costa Rica y Centroamérica", Heredia, Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sostenible (CINPE), Universidad Nacional.

Vega-Jurado, J. y otros (2007), "La relación universidad-empresa en América Latina: ¿apropiación incorrecta de modelos foráneos?", *Journal of Technology Management & Innovation*, N° 2.

Velho, L. (2003), "Science and technology in Latin America and the Caribbean: an overview", *Discussion Papers*, N° 4, Universidad de las Naciones Unidas (UNU)/Institute for New Technologies (INTECH).

\_\_\_\_\_ (1996), *Universidad-empresa: desvendando mitos*, Campinas, Autores Asociados.

Viotti, E. B. (2002), "National learning systems. A new approach on technological change in late industrializing economies and evidences from the cases of Brazil and South Korea", *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 69, N°7.

Wacquant, L. (2001), *Parias urbanos: marginalidad en la ciudad a comienzos del milenio*, Buenos Aires, Ediciones Manantial.

Weiss Jr., C., R.E. Evenson y G. Ranis (eds.) (1990), *Scientific and Technological Constraints to Economic Growth and Equity. Science and Technology: Lessons for Development Policy*, Boulder, Westview Press.

Yoguel, G. (2003), "La política científica y tecnológica argentina en las últimas décadas: algunas consideraciones desde la perspectiva del desarrollo de procesos de aprendizaje", documento preparado para la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Buenos Aires.

Zylbersztajn, D. y L. B. Nadalini (2007), "Explaining agro-industrial contract breaches: the case of Brazilian tomatoes processing industry", *Revista de economía e sociología rural*, vol. 45, N° 4.