



Munich Personal RePEc Archive

The Mexican national innovation system: structures, policies, performance and challenges

Dutrénit, gabriela and Capdevielle, Mario and Corona, Juan
Manuel and Puchet, Martin and Santiago, Fernando and
Vera-Cruz, Alexandre

Universidad Autonoma Metropolitana

2010

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/31982/>
MPRA Paper No. 31982, posted 05 Jul 2011 15:55 UTC

EL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN MEXICANO:
INSTITUCIONES, POLÍTICAS, DESEMPEÑO Y DESAFÍOS

EL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN MEXICANO:

**INSTITUCIONES, POLÍTICAS,
DESEMPEÑO Y DESAFÍOS**

Gabriela Dutrénit, Mario Capdevielle,
Juan Manuel Corona Alcantar, Martín Puchet Anyul,
Fernando Santiago y Alexandre O. Vera-Cruz



)textual



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Universidad Autónoma Metropolitana
Rector general: Enrique Pablo Alfonso Fernández Fassnacht
Secretaría: Iris Edith Santacruz Fabila

Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco
Rector: Cuauhtémoc V. Pérez Llanas
Secretaría: Hilda Rosario Dávila Ibáñez

Primera edición
©2010 Universidad Autónoma Metropolitana

Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Xochimilco
Calzada del Hueso 1100
Colonia Villa Quietud, Coyoacán
04960, México DF

TEXTUAL
Parque Industrial Colonia Suiza
Ruta 53, km 120,5
CP 70201 Colonia Suiza, Uruguay

Diseño y cuidado de la edición: MONOCROMO

Corrección: Pablo Azzarini

ISBN: 978-9974-8231-0-5

DEPÓSITO LEGAL: I 5459

Todos los derechos reservados. Esta obra no puede ser reproducida total ni parcialmente, ni registrada en o transmitida por un sistema de recuperación en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, electrónico, de fotocopiado o cualquier otro, sin autorización por escrito de los titulares de los derechos de autor.

ÍNDICE

Introducción	13
--------------------	----

CAPÍTULO I

Desempeño económico y condiciones estructurales para la innovación en México	21
---	----

1.1 Tendencias y desempeño de los principales indicadores macroeconómicos	22
--	----

1.1.1 Evolución reciente y tendencias de la economía mexicana	22
--	----

1.1.2 Factores determinantes del desempeño económico	25
--	----

1.1.2.1 Comercio internacional	26
--------------------------------------	----

1.1.2.2 Inversión extranjera directa	31
--	----

1.1.2.3 Bono demográfico	32
--------------------------------	----

1.1.2.4 Remesas internacionales	34
---------------------------------------	----

1.1.2.5 Estabilidad macroeconómica	35
--	----

1.1.3 La productividad en México	37
--	----

1.2 Principales rasgos estructurales de la economía mexicana	44
--	----

1.2.1 La composición de la producción y el empleo	44
---	----

1.2.2 Competencia y condiciones de mercado para el uso de los resultados de la ciencia y la tecnología y la generación de las innovaciones	52
--	----

1.2.3. Inequidad, pobreza e innovación	54
--	----

1.3 Contribución de la innovación al crecimiento económico de México	58
---	----

1.4 Conclusiones	61
------------------------	----

CAPÍTULO 2

El Sistema Nacional de Innovación mexicano	63
2.1 Principales agentes del Sistema Nacional de Innovación mexicano	64
2.1.1 Organismos e instituciones gubernamentales.	64
2.1.1.1 El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)	65
2.1.1.2 El Foro Consultivo Científico y Tecnológico	66
2.1.1.3 La Red Nacional de Consejos Estatales de Ciencia y Tecnología (RENACECYT)	66
2.1.1.4 Comisiones de Ciencia y Tecnología del Poder Legislativo	68
2.1.2 Centros e institutos públicos de investigación	68
2.1.2.1 Centros públicos de investigación-CONACYT.	68
2.1.2.2 Centros públicos de investigación administrados por secretarías de Estado	72
2.1.2.3 Institutos y centros de investigación pertenecientes a las instituciones de educación superior	78
2.1.3 El sistema mexicano de instituciones de educación superior	82
2.1.4 Empresas del sector privado	86
2.1.5 Instituciones intermediarias.	89
2.1.6 El sistema financiero	90
2.2 Principales interacciones entre los agentes	92
2.3 Insumos del SNI	98
2.3.1 Inversión nacional en I+D	98
2.3.2 I+D por sector de aplicación y financiamiento	102
2.3.3 I+D por tipo de investigación.	105
2.3.4 Recursos humanos en ciencia y tecnología.	106
2.3.4.1 El Sistema Nacional de Investigadores	107
2.3.4.2 Personal total e investigadores dedicados a actividades de I+D	109
2.3.4.3 Personal ocupado en I+D por sector	110
2.3.4.4 Investigadores: una comparación internacional	112
2.3.4.5 El programa de posgrados de excelencia.	114
2.3.4.6 Flujos de recursos humanos en ciencia y tecnología.	115

2.4	Resultados del SNI	118
2.4.1	Producción científica.	118
2.4.1.1	Factor de impacto de la producción científica mexicana.	119
2.4.1.2	Concentración institucional, especialización y dispersión temática	122
2.4.1.3	Gastos en I+D y producción científica	123
2.4.2	Patentes.	124
2.4.2.1	Empresas extranjeras y patentamiento en México	127
2.4.2.2	Patentes de mexicanos en el extranjero.	127
2.4.2.3	Indicadores de dependencia, capacidad inventiva y difusión	131
2.5	Elementos del marco regulatorio del Sistema Nacional de Innovación	133
2.5.1	El marco regulatorio específico de la c&t	134
2.5.2	Características generales del marco regulatorio vigente	135

CAPÍTULO 3

Gobernanza del Sistema Nacional de Innovación:

	el papel de la política pública	140
3.1	La evolución de la política de CTI	140
3.1.1	Las concepciones subyacentes	140
3.1.2	Las etapas de evolución de la política de CTI	142
3.1.3	Esfuerzos hacia la definición de prioridades.	152
3.2	Políticas públicas de diferentes áreas de la economía que tienen efectos significativos sobre las actividades innovadoras	157
3.3	Estructura de gobernanza del Sistema Nacional de Innovación	162
3.3.1	Instituciones que sustentan la gobernanza	163
3.3.2	Diferentes aspectos de la estructura de gobernanza	166
3.3.2.1	Bases, órganos responsables y formulación de la PCTI.	166
3.3.2.2	Estructura presupuestal y financiamiento de la PCTI.	169
3.3.2.3	Criterios implícitos para la coordinación de los organismos federales	170
3.3.2.4	Mecanismos de coordinación.	171
3.3.2.5	Estructuras de incentivos vigentes	174
3.4	Gobernanza y centros públicos de investigación	177

CAPÍTULO 4

Elementos para una evaluación global del programa

de política de CTI 2000-2007	179
4.1 El PECYT y el PECITI como principales instrumentos de planeación	180
4.2 La combinación de políticas: coherencia del diseño.	182
4.3 La política de CTI en la práctica: la asignación de recursos a los diferentes instrumentos.	190

CAPÍTULO 5

Evaluación de los instrumentos de financiamiento, promoción

y regulación para estimular la innovación 191

5.1 Promoción de la I+D empresarial y la innovación tecnológica.	191
5.1.1 Fondo Sectorial de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Económico (Fondo de Economía)	191
5.1.2 Estímulos fiscales a la I+D	194
5.1.3 AVANCE (Alto Valor Agregado en Negocios con Conocimiento y Empresarios)	196
5.1.4 Consorcios y redes.	199
5.1.5 Nuevos instrumentos introducidos por el PECITI	200
5.2 Limitaciones de la combinación de instrumentos orientados al sector privado	202

CAPÍTULO 6

Buenas prácticas en programas e instrumentos de la política de CTI 204

6.1 Desarrollo de recursos humanos de alto nivel: Programa CONACYT de Becas de Posgrado y Sistema Nacional de Investigadores.	204
6.2 Aprendiendo a administrar fondos competidos en el sector agrícola: el caso de las Fundaciones Produce	206
6.3 Programa para el desarrollo de la industria del software (PROSOFT).	210
6.4 AVANCE (Alto Valor Agregado en Negocios con Conocimiento y Empresarios)	213

CAPÍTULO 7

Impacto de los programas e instrumentos de la política de CTI	216
7.1 Resultados generales de la combinación de instrumentos de política	216
7.1.1 Definición implícita de prioridades entre las actividades de CTI y persistencia de inercias en la dotación de recursos	216
7.1.2 Apalancamiento del gasto público en CTI	218
7.1.3 Regionalización y concentración institucional de las actividades de CTI	219
7.2 Impactos de los instrumentos principales	220
7.2.1 Estímulos fiscales a la I+D	220
7.2.2 Sistema Nacional de Investigadores	225
7.2.3 Programa de Becas CONACYT	228
7.2.4 Fondo Sectorial SEP-CONACYT	231
7.2.5 Fondos mixtos	233
7.3 Problemas que persisten	235
7.3.1 Definición de las demandas y transferencia del conocimiento a los usuarios	235
7.3.2 Asignación de recursos y reproducción de los mismos incentivos	236
7.3.3 Resultados de evaluaciones recientes de la política de CTI	240
7.3.3.1 Diagnóstico de la política de CTI en México, 2000-2006 («Libro verde»)	241
7.3.3.2 Evaluación de la política de CTI en México, 2001-2006, por un panel independiente internacional	244

CAPÍTULO 8

Avances en la construcción de capacidades de innovación en el sector privado	247
8.1 Capacidades de innovación en el sector privado	249
8.1.1 Taxonomía del desarrollo productivo	249
8.1.2 Nivel de capacidad de absorción de las empresas	255
8.1.3 Ejemplos de empresas con alto desempeño	260
8.1.3.1 Descripción de casos de empresas exitosas	261
8.1.3.2 Comparación de sus características básicas	275

8.1.4	Ejemplos de <i>clusters</i> de empresas con alto desempeño.	277
8.1.4.1	Descripción de casos exitosos de <i>clusters</i>	277
8.1.4.2	Comparación de sus características básicas.	294
8.1.5	Limitaciones para el desarrollo de las capacidades de absorción	297
8.1.6	Factores que explican el éxito o fracaso	298
8.2	Características de la vinculación academia-sector empresarial	302
8.2.1	Evidencia parcial sobre el alcance de los vínculos.	302
8.2.2	Experiencias recientes de vinculación	306
8.2.3	Dificultades para construir vínculos: la opinión de los agentes	308
8.2.4	Cambios recientes que favorecen una mayor interacción.	309
8.2.5	Persistencia de un débil desarrollo de incubadoras y parques de C&T.	310
8.3	Acceso y uso de conocimiento internacional e internacionalización de la I+D.	313
8.3.1	Acumulación local de capacidades tecnológicas por subsidiarias de las EMN y la internacionalización de las actividades de I+D	313
8.3.2	Estrategias de aprendizaje y asimilación de capacidades de los grandes grupos mexicanos al comprar empresas extranjeras	315
8.3.2.1	Trayectoria de aprendizaje especializada e integración de capacidades a través de la AYE: el caso de un grupo corporativo de cemento	318
8.3.2.2	El mecanismo para el logro de un aprendizaje integrado	320
8.3.3	Red de talentos para la innovación	326
8.3.4	Programa de Aceleración de Empresas de Base Tecnológica (TECHBA)	328
8.3.5	Laboratorios binacionales	330
8.3.6	Participación de México en el VII Programa Marco de la Unión Europea	330

CAPÍTULO 9

Principales fallas que enfrenta el funcionamiento del Sistema Nacional de Innovación; identificación de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas	333
9.1 Principales fallas	334
9.1.1 Fallas de mercado	334
9.1.2 Fallas de gobierno	335
9.1.3 Fallas sistémicas.	337
9.2 Hacia la identificación de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del SNI mexicano	340
9.2.1 Análisis FODA para el emergente SNI mexicano.	340
9.2.2 Capacidad del sistema para absorber recursos públicos.	342

CAPÍTULO 10

Un modelo de política para fomentar la co-evolución de la ciencia y la tecnología con la innovación: el caso mexicano	344
10.1 Introducción.	344
10.2 Un enfoque coevolutivo de la c&t e innov	348
10.2.1 Las bases de los modelos co-evolutivos	340
10.2.2 Las características co-evolutivas de las poblaciones de c&t e innov	350
10.2.3 Aspectos institucionales de la co-evolución de la c&t y la innov.	353
10.3 Coevolución de la c&t y la innov: hacia un modelo dinámico	355
10.3.1 Un proceso co-evolutivo básico de c&t e innov.	355
10.3.2 Los cambios requeridos para transformar el modelo	360
10.4 Las dificultades para construir procesos co-evolutivos virtuosos en el caso mexicano	362
10.4.1 Debilidades de los procesos de vsr y los mecanismos causales bireccionales.	363
10.4.2 El contexto para los procesos de selección y el medio institucional.	373
10.5 Un diseño de política de CTI para generar y fomentar un modelo co-evolutivo	375
10.5.1 Condiciones requeridas para la co-evolución de la c&t y la innov.	376
10.5.2 La dinámica de la c&t y la innov.	377
10.6 Reflexiones finales.	382

Lista de siglas y acrónimos385

Referencias387

ANEXOS

ANEXO 1

Cuadros del Capítulo 1..... 400

ANEXO 2

Evaluaciones recientes realizadas a instituciones,
programas o instrumentos de política relevantes. 417

ANEXO 3

Tablas del Capítulo 8, Sección 8.1 430

Introducción

HISTÓRICAMENTE, LA VALORACIÓN social de las actividades de ciencia, tecnología e innovación (CTI) en México ha sido baja. En pocas ocasiones se ha considerado que el cambio tecnológico basado en esfuerzos domésticos de CTI es un motor relevante para mejorar el desempeño de la economía mexicana. A esta valoración ha contribuido el ambiente macroeconómico general, y las aún insuficientes condiciones de competencia. A pesar de las reformas económicas, los altos niveles de poder monopolístico derivados de las desiguales estructuras de mercado, así como la falta de validación de las regulaciones, siguen determinando la existencia de mercados con altos niveles de asimetría en cuanto a la provisión y acceso a la información. Estas condiciones afectan negativamente los procesos de innovación.

Sin embargo, reformas recientes y las transformaciones observadas en el Sistema Nacional de Innovación (SNI), documentadas por varias evaluaciones recientes relacionadas con las políticas de CTI, sugieren que el ambiente actual podría ser más conducente hacia el desarrollo de las actividades de CTI. Estas y otras acciones resaltan la creciente preocupación y disposición de sectores específicos de la sociedad mexicana para apoyar las actividades de CTI y así alcanzar algunas de sus metas de desarrollo socioeconómico en el largo plazo, un desarrollo *sostenible e inclusivo*. El reto es convertir tal percepción en estrategias más decisivas y sostenibles para asegurar el futuro desarrollo y operación del SNI. Un ingrediente crítico es el de un mucho mayor compromiso financiero por parte de todos y cada uno de los agentes relevantes del SNI en apoyo de las actividades de CTI.

En cuanto al ambiente institucional vinculado a las actividades de CTI, las leyes de Ciencia y Tecnología de 1999 y 2002, junto con otras regulaciones relacionadas, han introducidos cambios institucionales propicios para la conformación del SNI. En particular, hay preocupación en cuanto a cómo se podría mejorar la interacción entre los agentes, así como lograr una mayor coordinación en las instancias de toma de decisiones. Poco a

poco, esto ha contribuido a la mejora del marco regulatorio. Además, en el año 2002 se introdujo el Programa Especial para la Ciencia y Tecnología 2002-2006 (PECYT 2001-2006) como la principal guía para el diseño e implementación de la política pública respecto a este tema; el cual se reforzó con el nuevo Programa Especial en Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI) para el periodo 2007-2012.

A pesar de las mejoras acumuladas desde 1999 en cuanto a la regulación de la CTI, la implementación real de estos cambios ha sido lenta. Una de las razones es que el diseño institucional promueve al mismo tiempo criterios de toma de decisiones verticales junto con canales horizontales para decidir sobre temas similares. Simultáneamente, la operación de los centros públicos de investigación sigue concentrada alrededor de la autoridad presidencial, lo cual establece un carácter discrecional en la toma de decisiones, al tiempo que socava la confianza de múltiples agentes dentro del SNI. El avance hacia formas más eficientes y menos jerárquicas de gobernanza del sistema de CTI requiere una transformación más veloz y profunda tanto en el comportamiento de los agentes como en la estructura de las instituciones.

La evaluación del SNI mexicano incluida en el PECYT 2001-2006 aseveró que tal sistema era pequeño, y principalmente resultado de la «agregación» de un número de instituciones y organizaciones públicas y privadas operando bajo un entorno pobremente articulado. Se reconocen las perniciosas consecuencias de la históricamente baja valoración de las actividades de CTI y, por lo tanto, la ausencia de una decisiva intervención de las políticas para apoyar y fomentar el desarrollo de las actividades de CTI en el país. Esta evaluación sentó las bases para las acciones subsecuentes y permitió intervenciones ambiciosas por parte de las políticas relacionadas con las actividades de CTI llevadas a cabo durante la administración 2000-2006.

Más de seis años después, al comenzar la nueva administración, hay logros notables tales como el surgimiento de nuevos agentes y una nueva configuración del SNI, el aumento en la cantidad de investigación y desarrollo financiado por el sector empresarial, así como desempeños exitosos en áreas específicas. Sin embargo, la evaluación general de la estructura y funcionamiento del SNI mexicano es, a la fecha, muy similar a la hecha por el PECYT 2001-2006. El sistema permanece pequeño y caracterizado por bajos niveles de interacción y articulación entre los agentes.

El SNI mexicano está retrasado en comparación con el resto de los países de la OCDE y algunas economías emergentes más dinámicas. De

acuerdo con estándares internacionales, el sistema muestra una capacidad limitada para producir conocimiento, una baja demanda de conocimiento por parte de los agentes domésticos y una desconexión entre estas dos variables. No obstante el extraordinario aumento de la participación del sector empresarial en el gasto en investigación y desarrollo experimental (GIDE), su involucramiento en las actividades de CTI permanece aún bajo. Más aun, el incremento de la inversión privada se ha llevado bajo un contexto de estancamiento de la inversión pública, lo cual contribuye a explicar su incremento en la participación relativa.

El nuevo Programa Especial en Ciencia, Tecnología e Innovación (PE-CITI 2007-2012) da continuidad a los esfuerzos para redirigir las actividades de CTI, tal y como se contempló en las leyes de Ciencia y Tecnología, y en el PECYT 2001-2006. Sin embargo, no ha habido cambios significativos en los compromisos de financiamiento que sostengan la implementación del diseño de la política. Siguiendo una tendencia histórica de bajos niveles de inversión en el área, el presupuesto federal para el gasto en CTI como porcentaje del producto interno bruto (PIB) fue de tan sólo el 0.36% en 2007. En 2008 se pretendió revertir esa tendencia con un aumento del 13.3% en términos reales, estipulado en el presupuesto federal para el gasto en CTI durante 2008; pero las magnitudes siguen siendo demasiado pequeñas.

La economía mexicana necesita elevar su productividad y ritmo de crecimiento para poder dejar atrás las décadas de estancamiento y mitigar la pobreza e inequidad que la caracterizan. Las actividades científicas, tecnológicas e innovadoras podrían ser parte de los elementos que empujen el crecimiento, aunque se requieren otros cambios que complementen y pongan a disposición de la sociedad los efectos del impulso innovador. En este sentido, al igual que en otras economías emergentes exitosas, la política de CTI debe ser considerada en el diseño e implementación de otros instrumentos de la política pública mexicana.

Este libro analiza los principales agentes que conforman el SNI mexicano, sus funciones y sus vínculos, integrando una perspectiva macro y micro. Este documento fue elaborado originalmente como insumo del reporte sobre innovación en México de la OCDE, que se llevó a cabo en 2008, posteriormente fue complementado por otros análisis sobre el tema. Se agradece el apoyo de Sergio Escobedo, Mariana de Heredia, Juana Hernández, Luis Márquez, Daniel Porras, Marina Sánchez, Matías Vera-Cruz y Carlos Woolfolk, quienes colaboraron como asistentes de investigación.

El Capítulo 1 analiza el desempeño macroeconómico y las condiciones estructurales de la economía mexicana para la innovación. El Capítulo 2 caracteriza al SNI mexicano. Se revisa con gran detalle, y mediante el uso de la información disponible, las características y el diseño institucional que conforma el SNI, y sus principales agentes e interacciones. El análisis revela la naturaleza de sus vínculos, sus fortalezas y sus debilidades. Este capítulo también examina el SNI mexicano en función de los insumos que entran en el sistema y de sus resultados más visibles. El Capítulo 3 discute el papel que juegan las políticas en la construcción de la gobernanza del SNI. Los capítulos 4 y 5 presentan una evaluación de la política de CTI en el periodo 2000-2007; primero se realiza una evaluación global del programa y posteriormente se evalúan los instrumentos de financiamiento, promoción y regulación para estimular la innovación. El Capítulo 6 describe un conjunto de lo que se consideran en este libro «buenas prácticas» en programas e instrumentos de la política de CTI. El Capítulo 7 presenta diferentes dimensiones del impacto de los programas e instrumentos de la política de CTI, tanto en relación con la combinación de instrumentos de política utilizados como con el impacto específico de los principales instrumentos. En este capítulo también se discuten algunos problemas que persisten en el diseño e implementación de las políticas de CTI que limitan su impacto. El Capítulo 8 contiene una presentación analítica de evidencia empírica recopilada en varias investigaciones de diferentes autores sobre las capacidades innovadoras del sector privado. Se ilustran avances en la construcción de capacidades innovadoras de empresas y de conglomerados de empresas. Este capítulo analiza también evidencia sobre los avances en las prácticas de vinculación academia-empresa en México, y sobre el papel de las empresas multinacionales en la generación de conocimiento. El Capítulo 9 discute las principales fallas que enfrenta el funcionamiento del SNI y presenta una propuesta de identificación de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Finalmente, en el Capítulo 10 se incluye una propuesta de estrategia de políticas de CTI, basada en la evaluación de la PCTI de México realizada en 2007 por un grupo de especialistas.

A lo largo de todo el libro se busca destacar los debates existentes y no resueltos sobre diversos aspectos de las políticas. Estos debates y tensiones sobre posiciones políticas encontradas, y por ende la falta de consensos, están afectando en gran medida el avance de las políticas de CTI.

Perfil demográfico de México: Economía y CTI





N° en el mapa	Estado	PIB % (2006)	Población (2005)	Valor agregado de la maquila como % del PIB estatal (2006)	Participación (%) de los estados en el producto del sector agropecuario (2006)	N° de miembros del SNI (2008)	N° de empresas beneficiadas con estímulos fiscales (2006)	N° de centros públicos de investigación
1	Aguascalientes	1.32	1,065,416	2.7	1.1	75	4	1
2	Baja California	3.44	2,844,469	16.4	1.5	478	6	8
3	Baja California Sur	0.62	512,170	4.0	0.9	191	1	3
4	Campeche	1.08	754,730	0.4	0.8	66	-	2
5	Coahuila	3.45	2,495,200	6.9	2.3	206	16	9
6	Colima	0.55	567,996	0.4	0.8	115	3	1
7	Chiapas	1.70	4,293,459	0.4	4.6	133	3	4
8	Chihuahua	4.61	3,241,444	17.6	5.4	179	21	5
9	Distrito Federal	20.32	8,720,916	0.1	0.4	6,093	136	30
10	Durango	1.33	1,509,117	3.4	4.0	64	1	5
11	Guanajuato	3.74	4,893,812	1.9	3.8	465	27	12
12	Guerrero	1.54	3,115,202	0.4	2.9	41	-	1
13	Hidalgo	1.34	2,345,514	0.4	2.4	193	4	1
14	Jalisco	6.26	6,752,113	4.4	8.9	769	60	9
15	Estado de México	10.64	14,007,495	0.1	5.3	846	49	13
16	Michoacán	2.23	3,966,073	0.4	6.7	425	6	4

continúa en la página siguiente

N° en el mapa	Estado	PIB % (2006)	Población (2005)	Valor agregado de la maquila como % del PIB estatal (2006)	Participación (%) de los estados en el producto del sector agropecuario (2006)	N° de miembros del SNI (2008)	N° de empresas beneficiadas con estímulos fiscales (2006)	N° de centros públicos de investigación
17	Morelos	1.43	1,612,899	0.4	3.1	758	4	9
18	Nayarit	0.56	949,684	0.4	1.8	23	-	1
19	Nuevo León	7.45	4,199,292	3.9	1.6	509	78	5
20	Oaxaca	1.43	3,506,821	0.4	3.7	135	-	6
21	Puebla	3.56	5,383,133	1.3	3.9	552	15	11
22	Querétaro	1.82	1,598,139	0.4	1.0	304	18	6
23	Quintana Roo	1.49	1,135,309	0.4	0.3	65	1	-
24	San Luis Potosí	1.88	2,410,414	3.4	2.8	288	5	3
25	Sinaloa	2.05	2,608,442	0.4	7.8	181	3	6
26	Sonora	2.95	2,394,861	6.2	5.8	286	4	4
27	Tabasco	1.13	1,989,969	0.4	1.4	80	1	1
28	Tamaulipas	3.17	3,024,238	14	2.9	126	3	6
29	Tlaxcala	0.53	1,068,207	0.4	0.7	72	3	2
30	Veracruz	4.13	7,110,214	0.4	6.7	355	7	9
31	Yucatán	1.41	1,818,948	2.8	1.4	307	1	5
32	Zacatecas	0.81	1,367,692	1.1	3.7	108	1	1
	TOTAL		103,263,388			14,488	481	183

Desempeño económico y condiciones estructurales para la innovación en México

EL OBJETIVO DEL PRESENTE capítulo es analizar la evolución reciente de la economía mexicana y su relación con las actividades de ciencia, tecnología e innovación (CTI). La causalidad de esta relación entre el desempeño económico y las actividades de CTI es compleja, presenta una doble direccionalidad con rezagos temporales significativos y no siempre es posible establecer en torno a ella vínculos lineales directos. Sin embargo, dada la importancia económica adquirida por la CTI, los crecientes esfuerzos realizados para su desarrollo, particularmente en los países más avanzados y las economías emergentes, y las oportunidades que representan en el actual contexto internacional, es necesario reflexionar sobre las distintas dimensiones de esta relación, tanto por sus implicancias efectivas como potenciales.

El desempeño de la economía está estrechamente vinculado con la posibilidad de desarrollar capacidades científicas, tecnológicas y de innovación. En el pensamiento económico la innovación ha sido considerada desde los clásicos como el principal factor de dinamismo y competitividad de una economía, así como una alternativa para la superación de las crisis económicas. Asimismo, el modelo de desarrollo adoptado durante un ciclo económico de largo plazo, especialmente en su última fase recesiva, condiciona la inserción futura en el nuevo paradigma tecnocómico asociado al ciclo siguiente (Freeman, 1987). La CTI cumple un papel distinto en cada modelo de desarrollo nacional en los diferentes momentos históricos. Algunas formas de especialización en la producción y el comercio demandan mayores esfuerzos en el desarrollo de CTI, al tiempo que ciertos tipos de especialización productiva sólo pueden alcanzarse sobre la base de un determinado dominio científico, tecnológico e innovador. Las actividades más dinámicas y que producen una mejor retribución a los factores productivos son aquellas que incorporan capacidades de CTI en sus procesos productivos. Las sociedades con una mayor retribución a los factores productivos y una mejor distribución del ingreso son las que más pueden invertir e invierten en la creación de

capital humano y tecnológico. Es por ello que el desarrollo económico, evaluado en términos de eficiencia y equidad, está determinado en alguna medida por la CTI y a la vez condiciona la evolución de ésta.

El presente capítulo está integrado por tres secciones que abordan diferentes dimensiones del desempeño económico y las condiciones estructurales de la economía mexicana para la innovación —entendida en un sentido amplio que comprende las innovaciones tecnológicas, organizacionales y sociales—. La sección primera analiza las tendencias y desempeño de los principales indicadores macroeconómicos y sus determinantes. La segunda sección presenta las características estructurales de la producción, el empleo, la competencia y la distribución en México, y estudia su evolución en las últimas décadas. En la tercera sección se reflexiona sobre la contribución efectiva y potencial de la innovación al crecimiento económico de México.

1.1 Tendencias y desempeño de los principales indicadores macroeconómicos

1.1.1 Evolución reciente y tendencias de la economía mexicana

Ante el agotamiento del modelo de desarrollo por sustitución de importaciones a inicios de la década del 80, y tras un periodo de ajuste y estabilización (1982-1988), se implementó en México una política de apertura y desregulación económica (1988-2008) en el marco de una concepción liberal, que proponía reformas estructurales orientadas por el mercado. Durante este último periodo el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) per cápita ha sido reducido, alcanzándose con posterioridad a la crisis de 1995 una relativa estabilidad macroeconómica, la cual es afectada en la actualidad por la crisis económica internacional. Con la excepción de un efímero pero considerable crecimiento en el año 2006, inducido por la demanda interna y las exportaciones (Cuadro 1), la presente década se caracteriza por el bajo crecimiento en contextos disímiles. Algunas variables fundamentales para comprender el funcionamiento de la economía mexicana (las exportaciones manufactureras, las remesas internacionales de migrantes, la inversión extranjera directa y los

CUADRO 1. México. Producto Interno Bruto (1960-2006)						
Tasa de crecimiento anual promedio	1960/1969	1970/1981	1982/1987	1988/2000	2001/2005	2006
Total	6.4%	6.9%	0.2%	3.7%	1.8%	4.8%
Agropecuaria, silvicultura y pesca	2.9	3.7	0.5	1.7	1.6	4.8
Minería	3.9	9.4	0.4	2.0	2.0	2.2
Industria manufacturera	7.8	6.3	0.6	4.9	-0.1	4.7
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	6.0	4.9	0.7	3.9	2.3	
Textiles, prendas de vestir y cuero	6.6	4.9	-1.9	3.5	-4.3	
Industria de la madera	6.0	6.0	-0.4	1.3	-2.3	
Papel, imprentas y editoriales	8.8	5.9	1.4	3.7	-0.7	
Sustancias químicas	9.7	9.3	2.5	3.5	0.4	
Productos de minerales no metálicos	9.9	5.7	0.9	3.4	1.7	
Industrias metálicas básicas	9.2	7.0	2.4	4.6	1.1	
Productos metálicos, maquinaria y equipo	10.6	8.6	-0.2	8.2	-1.6	
Otras industrias manufactureras	8.1	0.0	-1.7	6.4	-0.7	
Construcción	8.7	7.7	-3.6	3.2	1.8	6.9
Electricidad, gas y agua	13.3	9.3	4.6	4.1	1.8	5.0
Comercio, restaurantes y hoteles	7.1	8.4	-1.4	3.9	1.7	3.7
Transporte y comunicaciones	6.1	9.5	1.2	5.3	9.1	
Servicios financieros	5.4	5.2	3.7	3.8	4.5	5.4
Servicios comunales y personales	7.2	6.3	0.8	2.2	0.6	2.8
Servicios bancarios imputados	13.7	7.8	2.8	4.7	7.7	7.9

FUENTE: Cálculos propios con base en información del INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales.

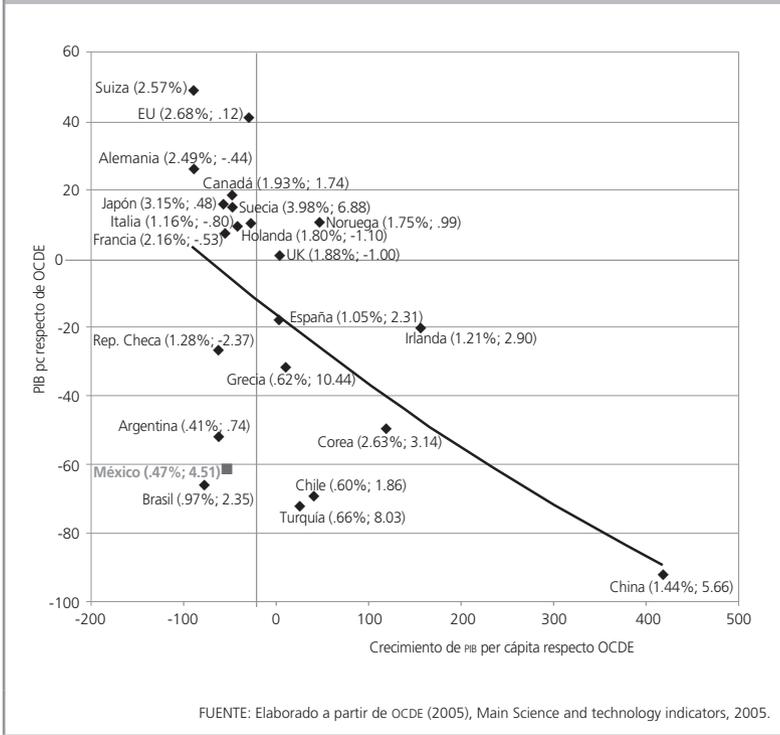
precios internacionales del petróleo) han presentado fuertes oscilaciones, generando inicialmente efectos compensatorios para finalmente converger en un sentido depresivo en el contexto de la actual crisis económica.

A pesar de las variaciones coyunturales, el problema del bajo crecimiento económico de México en las últimas dos décadas no es de carácter coyuntural sino tendencial y estructural. Al comparar el desempeño económico de México a nivel internacional con un conjunto de economías desarrolladas y en vías de desarrollo, se puede observar la no convergencia con los niveles de Producto Interno Bruto per cápita (PIBpc) de la OCDE durante el periodo 1990-2004. Con un bajo nivel de PIBpc inicial, la economía nacional crece a un ritmo menor que la media de la OCDE durante los años noventa, al igual que algunas economías de América Latina y a diferencia de las economías de Asia. La discrepancia sería aun mayor si se incorporase la década del 80, caracterizada por un bajo crecimiento económico regional general. En años recientes (2003-2008), la región latinoamericana ha registrado un alto crecimiento del PIBpc, el más elevado desde los años setenta, sin embargo México mantiene un nivel de crecimiento inferior, distanciándose también del resto de Latinoamérica.

La Gráfica 1 muestra la posición de cada país en términos de su PIBpc inicial y su crecimiento en el periodo considerado. Como era de esperar, la mayoría de los países con niveles de PIBpc mayor crecen menos que la media, mientras que los de menor nivel inicial crecen a un ritmo superior. La gráfica incorpora información sobre el porcentaje del gasto en investigación y desarrollo experimental (GIDE) respecto del PIB de cada país para el último año de la serie y la tasa de crecimiento anual promedio de esta variable para el periodo considerado. Por ejemplo, México (0.47%; 4.51), significa que en el año 2004 el GIDE representaba 0.47% del PIB, con un promedio de crecimiento anual del PIBpc del 4.51% en el periodo 1990-2004. El valor sobre la ordenada (-61.0) mide el porcentaje del PIBpc relativo respecto a la media de la OCDE en el año 1990, mientras que sobre la abscisa (-55.5) mide el porcentaje del crecimiento relativo del PIBpc respecto a la media de la OCDE durante el periodo 1990-2004.¹ Una característica de las economías que convergen en el periodo considerado es que invierten más del 1% de GIDE con relación al PIB, y tienen tasas de crecimiento elevadas del mismo.

1 Eso significa que en el año 1990 el PIBpc de México era un 61% menor al de la OCDE; sólo alcanzaba al 39% del valor de éste en dólares, considerando la paridad de poder adquisitivo; mientras que el crecimiento del PIBpc en el periodo 1990-2004 fue un 53.5% menor al correspondiente a la OCDE.

GRÁFICA 1. Convergencia de PIB per cápita 1990-2004



1.1.2 Factores determinantes del desempeño económico

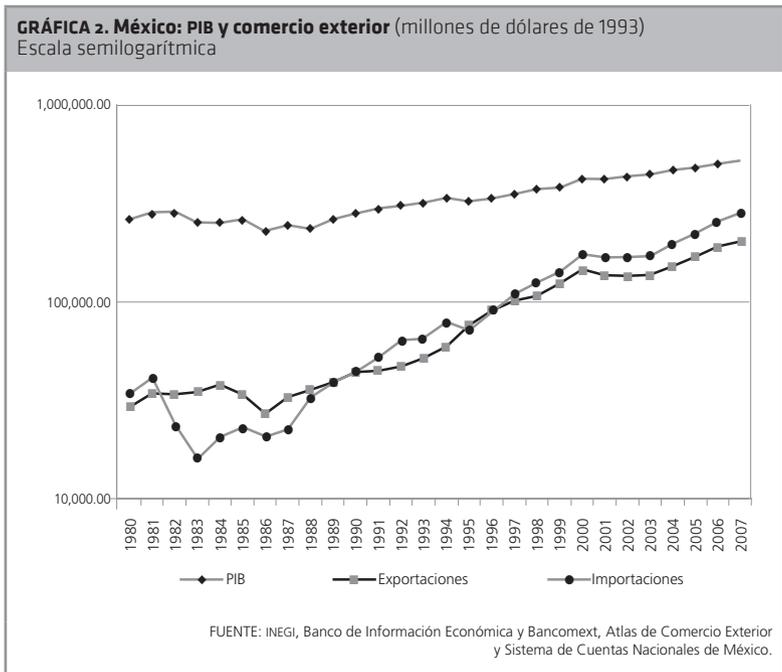
Las transformaciones significativas de la economía mexicana en los últimos 20 años son resultado tanto de las políticas económicas implementadas como de procesos económicos y tecnológicos globales que afectan la producción y el comercio mundial. Dentro de los principales factores determinantes de su evolución reciente es necesario analizar los cambios en el comercio internacional, el papel de la inversión extranjera y la disponibilidad de factores de la producción asociados a los recursos humanos y naturales.

La apertura comercial y la firma de diversos tratados de libre comercio, el más importante de ellos con Estados Unidos y Canadá, permitieron a la economía mexicana incorporarse a las nuevas corrientes y modalidades del comercio internacional, incrementando en forma significativa su magnitud y transformando su composición desde el año 1988. Los cambios en la nor-

mativa sobre inversión extranjera directa (IED) han permitido su crecimiento y orientación con criterios de mercado y reducidas restricciones. Asimismo, la desaceleración en el crecimiento poblacional ha incrementado la proporción de la población activa, la cual ha alcanzado mayores niveles de calificación. Esta situación, junto a la disponibilidad de recursos naturales, en un contexto de relativa estabilidad macroeconómica, son factores que indujeron el crecimiento económico de México y deben ser considerados para el análisis de su desempeño reciente, antes de la crisis actual.

1.1.2.1 Comercio internacional

Durante el periodo de la industrialización sustitutiva de importaciones, la economía presentó un relativamente bajo crecimiento de las exportaciones, que en su mayoría eran no manufactureras. Esta situación constituyó un límite a la viabilidad del modelo cuando se agotaron las posibilidades de sustitución, con requerimientos crecientes de importaciones y sin capacidad exportadora. Por el contrario durante el periodo iniciado en 1988, el comercio internacional crece a un ritmo elevado (Gráfica 2).



Dentro de las exportaciones, las de origen manufacturero se incrementan del 20% al 85% del total (Gráfica 3) en sólo dos décadas (manufactura no global y manufactura asociada a cadenas globales). Esto significó una tendencia a la disminución porcentual del peso de las exportaciones petroleras. En los años previos a la actual crisis económica internacional el aumento de los precios del petróleo había permitido elevar su importancia en valor, aunque no su magnitud física. En un sentido aparente, el modelo anterior expresó un comercio de tipo interindustrial,² mientras que el actual, de apertura, corresponde a un comercio internacional de tipo intraindustrial. Si bien esto es cierto, dado que los procesos globales importan y exportan bienes de una misma actividad, el factor determinante y donde radica la ventaja comercial mexicana es en el bajo costo de la mano de obra y la proximidad geográfica con los Estados Unidos, por lo cual el comercio, aun siendo «intraindustrial», no se sustenta en rendimientos crecientes sino principalmente en el precio de los factores y en la ubicación geográfica que permite la interacción a bajos costos entre plantas productivas a ambos lados de la frontera, donde se concentran estas actividades.



2 Se importaban manufacturas, en lo fundamental bienes de capital e insumos no producidos localmente, y se exportaban recursos naturales o bienes asociados a los mismos.

CUADRO 2. México. Balanza comercial (millones de dólares)

Año	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
<i>Exportaciones</i>							
Total	51,832	60,817	79,541	96,004	110,237	117,442	136,703
Definitivas (a)	16,678	19,218	24,436	26,785	25,262	19,924	21,889
Maquila (b)	21,853	26,269	31,102	36,924	44,972	52,782	63,749
DCR - PITEX (c)	13,301	15,329	24,002	32,294	40,003	44,737	51,065
Porcentaje (b+c)	68	68	69	72	77	83	84
<i>Importaciones</i>							
Total	65,365	79,345	72,453	89,469	109,808	125,242	142,064
Definitivas (a)	44,010	47,185	31,044	38,756	49,431	56,227	62,596
Maquila (b)	16,442	20,466	26,179	30,505	36,332	42,557	50,409
DCR - PITEX (c)	4,913	11,694	15,230	20,208	24,045	26,459	29,058
Porcentaje (b+c)	33	41	57	57	55	55	56
<i>Saldo</i>							
Total	-13,533	-18,528	7,088	6,535	429	-7,800	-5,361
Definitivas	-27,332	-27,967	-6,608	-11,971	-24,169	-36,303	-40,707
Maquila	5,411	5,803	4,924	6,420	8,640	10,225	13,340
DCR - PITEX (c)	8,388	3,636	8,772	12,086	15,958	18,278	22,007
<i>Grado de integración maquila y PITEX</i>							
M/X Maquila	75.2	77.9	84.2	82.6	80.8	80.6	79.1
M/X DCR - PITEX (c)	36.9	76.3	63.5	62.6	60.1	59.1	56.9

La composición de las exportaciones manufactureras se altera en forma significativa durante el periodo considerado (Gráfica 3). Los productos asociados a cadenas de producción global (PITEX-maquila)³ tienen un crecimiento relevante, en términos absolutos y relativos, llegando a representar más del 90% del total manufacturero. Las exportaciones «definitivas»,⁴ con

3 La maquila se refiere a la industria maquiladora de exportación (IME), la cual comprende a las actividades bajo un régimen arancelario que favorece la existencia de plantas destinadas a la exportación. El Programa de Importación Temporal para la Exportación (PITEX) es también un régimen arancelario especial que permite la importación sin arancel con la condición de exportar el producto final. Aun cuando presentan algunas diferencias de tipo legal, en ambos casos permiten la participación en cadenas de producción globales, facilitando el proceso de importación sin cargos con la condición de exportar el producto elaborado con los insumos importados.

4 Se entiende por exportaciones definitivas aquellas que no incorporan materias primas ingresadas al país bajo regímenes especiales de importación.

2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
166,424	158,443	160,763	164,860	187,999	214,233	249,997	271,293
29,173	27,033	31,015	37,854	50,027	64,581	86,321	
79,387	76,881	78,098	77,405	86,952	97,401	111,824	
57,864	54,529	51,649	49,601	51,020	52,251	51,853	
82	83	81	77	73	70	65	
174,473	168,396	168,679	170,551	197,303	221,414	256,130	282,290
76,793	80,507	81,265	84,988	99,207	115,489	138,599	
61,709	57,599	59,296	59,058	68,624	75,129	87,503	
35,971	30,291	28,118	26,505	29,472	30,797	30,028	
56	52	52	50	50	48		
-8,049	-9,953	-7,916	-5,690	-9,304	-7,181	-6,133	-10,997
-47,620	-53,474	-50,250	-47,134	-49,180	-50,908	-52,278	
17,678	19,282	18,802	18,348	18,328	22,272	24,321	
21,893	24,238	23,531	23,096	21,548	21,454	21,825	
77.7	74.9	75.9	76.3	78.9	77.1	78.3	
62.2	55.5	54.4	53.4	57.8	58.9	57.9	

FUENTE: Bancomext, Atlas de Comercio Exterior, varios años. INEGI y ECLAC.

un mayor grado de integración nacional, sólo representan valores próximos al 10% restante, con una clara tendencia a reducir su importancia relativa a pesar de aumentar su valor absoluto. Asimismo, las exportaciones manufactureras en su conjunto están concentradas en un número reducido de actividades productivas, lo que determina una elevada especialización de las mismas.

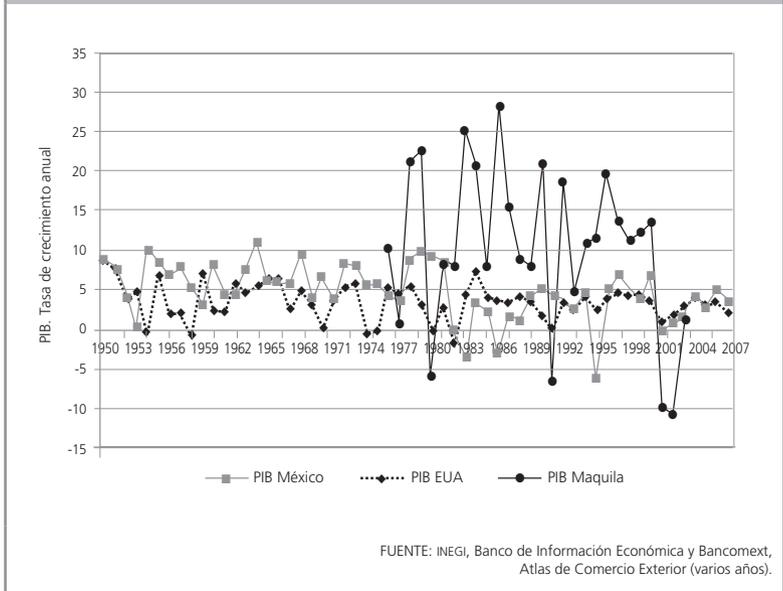
Las importaciones, en cambio, en un 48% son definitivas, están destinadas a procesos productivos orientados al mercado interno o el consumo final. Los procesos internacionalizados presentan un significativo y creciente saldo comercial favorable, pero no logran compensar el déficit asociado a la demanda interna por importaciones definitivas (véanse Cuadro 2 y Anexo 1.4).

La importancia cuantitativa y cualitativa de la actividad productiva orientada a la exportación en cadenas de producción global se ha incrementado en forma significativa, siendo relevante su participación en el comercio exterior y la generación de divisas. Tales productos exportados por México tienen por destino en su casi totalidad el mercado de los Estados Unidos, por lo que dependen de la demanda en este país y del desempeño de los posibles competidores a nivel internacional.

Tres factores pueden ser identificados como relevantes en el análisis del desempeño del sector externo mexicano. El primero es la evolución de la actividad productiva en los Estados Unidos. El extraordinario crecimiento de las actividades asociadas a procesos de producción global (maquila-PITEX) ha convertido en complementarias las actividades productivas de ambas naciones, hacia donde México destina la mayor parte de sus exportaciones (85% del total) y de donde importa una proporción significativa (50%). Esto ha determinado que las tasas de crecimiento del PIB en ambos países mantengan una estrecha relación desde la crisis de 1995, hecho que no se verificó durante las décadas anteriores, como se presenta en la Gráfica 4. El segundo es la evolución de los términos de intercambio, en particular los precios del petróleo y los niveles salariales internacionales relativos. El tercero es el tipo de cambio real; México ha sobrevaluado la moneda nacional durante periodos prolongados, con fines de estabilización, pero con efectos negativos sobre el nivel de actividad productiva.

El saldo favorable de la balanza de mercancías asociada a los procesos de producción global ha sido de una magnitud considerable y permitió financiar, en forma parcial, el elevado déficit del resto de las actividades productivas. Asimismo el aumento en los precios del petróleo, aunque no en la cantidad producida, junto con las remesas de los migrantes y los flujos de capital, han contribuido a financiar el déficit comercial (Anexo 1.4). Esta situación ha cambiado en forma significativa a partir de la actual crisis económica internacional. La devaluación del peso mexicano restituye en el actual contexto de crisis una ventaja comercial monetaria. Sin embargo, dado el carácter complementario y mayoritario del comercio internacional ligado a procesos globales, los efectos netos de esta devaluación pueden no ser significativos. La especialización en segmentos de cadenas de producción internacionales, con un bajo valor agregado local, en particular tecnológico, hace que la devaluación mejore las ventajas de los costos en mano de obra e insumos locales respecto de otros países que compiten en esos mismos segmentos productivos. En un contexto de contracción general es difícil suponer la profundización de procesos

GRÁFICA 4. Producto Interno Bruto, México-EUA



productivos hacia otros segmentos con mayor valor agregado en la cadena global, que están subutilizados en los países líderes tecnológicamente. La producción orientada al mercado interno ofrece una mejor oportunidad, dependiendo de las capacidades productivas y tecnológicas alcanzadas y sostenidas durante el periodo anterior.

1.1.2.2 Inversión extranjera directa

El nivel absoluto de la IED en México ha crecido desde los años ochenta, con fuerte oscilaciones y cambios significativos en su composición. En este periodo representó una proporción creciente del PIB, de la formación bruta de capital y del déficit en la cuenta corriente (Anexo 1.4). Desde el año 2001 ha disminuido en términos absolutos, y para las manufacturas esta contracción se verifica desde 2004, cuando fue su máximo histórico, a diferencia de otras economías de la región. Asimismo, como proporción del total de la IED mundial, ha disminuido desde el año 1994, lo que denota que México ha perdido importancia como destino de la inversión extranjera internacional. El origen de la IED en México es principalmente Estados Unidos, que mantiene una proporción superior al 50%.

Los cambios en su composición según los sectores de destino indican la preponderancia del sector manufacturero, con participaciones crecientes del sector extractivo y de servicios. Dentro del sector manufacturero, destaca la importancia de la IME y en general de las actividades productivas orientadas a la exportación. En el sector servicios, en cambio, se destaca la importancia del sector financiero, que crece en forma acelerada hasta el año 2001. Es relevante diferenciar si la IED genera nuevas capacidades productivas o representa la transferencia de activos entre agentes locales y extranjeros. En este sentido la participación de las fusiones y adquisiciones sobre la IED total se ha incrementado significativamente, alcanzando un valor próximo al 25% del total (Dussel *et al*, 2003). En el caso del sector financiero es claro este tipo de inversión, que no agrega nuevas capacidades productivas, si bien puede incrementar la eficiencia.

En términos cualitativos, la IED ha facilitado la acelerada inserción de la economía mexicana en cadenas de producción globales y su integración con la economía de los Estados Unidos. En estos sectores que producen para el mercado mundial se verifican elevadas tasas de crecimiento, pero en general no han generado eslabonamientos significativos hacia el resto del aparato productivo.

Diversos estudios econométricos permiten verificar que a nivel de las actividades en que se incorpora la IED existe una relación positiva de ésta respecto de la producción, las exportaciones, el empleo y las remuneraciones (CEPAL, 2007; Dussel *et al*, 2003). Sin embargo existe un debate en torno a los efectos sobre el conjunto de la actividad productiva e intersectorial, vinculados al tipo de especialización productiva y al comercio internacional resultado de la IED en sectores orientados a la exportación o los servicios financieros, con reducida vinculación hacia el resto de la actividad productiva.

La economía mexicana ha realizado cambios significativos en su marco regulatorio para favorecer a la IED, sólo restringida en la actualidad para los sectores eléctrico y petrolero, en los que se debate la pertinencia de su participación futura. Estas políticas de atracción de inversiones extranjeras se han caracterizado por la no selectividad.

1.1.2.3 Bono demográfico

México presenta significativos cambios demográficos tanto por la reducción en el crecimiento de la población como por el cambio de la estructura etaria de la misma, con un aumento en la proporción de la

población en edades activas (entre 15 y 64 años), y una disminución de los restantes grupos considerados como dependientes. Este fenómeno ha sido denominado «bono demográfico», y ha contribuido al crecimiento económico por el incremento de la fuerza de trabajo y la disminución de los grupos dependientes. Tales cambios demográficos se iniciaron en los años setenta con la disminución de la fecundidad junto a la reducción de las tasas de mortalidad —en menor magnitud—. Esto generó un crecimiento significativo de la población económicamente activa (PEA) desde los años ochenta, con una creciente oferta de trabajo que hubiera requerido empleos de alta productividad para poder usufructuar eficientemente tal bono demográfico. Las condiciones de las últimas tres décadas no han permitido generar ese tipo de empleos, lo cual ha determinado una elevada heterogeneidad en la productividad del trabajo y bajas remuneraciones. Ante la ausencia de alternativas de sobrevivencia, una parte significativa de la PEA, próxima a los diez millones de personas (Hernández Laos, 2004), participa en actividades de baja productividad en el sector informal de la economía, permanece desempleada o ha debido emigrar. No obstante lo anterior, la contribución estimada del «bono demográfico» a la tasa de crecimiento de la economía es considerada como positiva, aunque desmerecida por el crecimiento del sector informal, lo que representa una pérdida de oportunidad y no ha tenido hasta el presente efectos duraderos y significativos sobre el aumento de la tasa de ahorro e inversión del país.⁵ En los próximos 30 años, a medida que la población de 65 años y más comienza a aumentar, se agotarán los beneficios potenciales de la actual estructura poblacional. Asimismo, los efectos regionales de tal cambio demográfico difieren en forma significativa, lo que favorecerá procesos migratorios nacionales e internacionales. En síntesis, el «bono demográfico» ha contribuido al crecimiento económico, pero en una magnitud mucho menor a su potencialidad, sin embargo representa una oportunidad que requiere de la generación de empleos productivos para la oferta de trabajo creciente en las próximas tres décadas.

5 «La evaluación cuantitativa de los efectos combinados de la reducción de las tasas de dependencia y del aumento de las de participación nos permitieron estimar que su contribución a la tasa de crecimiento de la economía fue positiva y del orden de 0.9 puntos porcentuales a lo largo de los últimos tres decenios. Sin embargo, el aumento del empleo residual implicó un efecto negativo que, si bien redujo el impacto positivo de la transición demográfica, fue de cualquier manera de carácter positivo, pero de una cuantía considerablemente menor, del orden de 0.4 puntos porcentuales de la tasa media de crecimiento anual de la economía, lo que representó sólo poco más de una décima parte de ésta (4% anual).» (Hernández Laos, 2004)

1.1.2.4 Remesas internacionales

Durante la última década las remesas de mexicanos residentes en el extranjero han tenido un extraordinario crecimiento, incrementando su volumen absoluto en más de diez veces. Esta situación es debida tanto a la mejor cobertura estadística de las remesas como al crecimiento en la «nueva»⁶ migración internacional. Su desaceleración desde mediados de 2006 está relacionada con los problemas legales de los trabajadores para emigrar así como con la desaceleración en las actividades que contratan trabajadores mexicanos en los Estados Unidos (por ejemplo la construcción). México es el principal receptor de remesas de la región, y si bien éstas representan un menor porcentaje respecto del PIB que en otras economías de menor tamaño, han sido hasta el año 2006 el principal componente de la cuenta de transferencias, con una magnitud superior al saldo de la balanza comercial petrolera o de la IED. En algunas regiones en particular representan una parte significativa de los ingresos familiares, contribuyendo a una mejor distribución personal y regional del ingreso y a la reducción de la pobreza a nivel nacional (Hernández Licona, 2006).

Los efectos dinámicos de los flujos de remesas son objeto de debate, dado que si bien es indiscutible su contribución al aumento del consumo y la inversión en capital físico y humano,⁷ así como la mejora en la distribución del ingreso, también se argumenta que provocan una apreciación del tipo de cambio real en detrimento de la producción local exportable, aceleran el envejecimiento de la población y propician un uso ineficiente de los factores productivos locales (principalmente tierra y trabajo) al fomentar una «cultura de dependencia» en las familias receptoras. Asimismo, dado que en los periodos de recesión en los países receptores se han incrementado, cumplieron un papel contracíclico. Estos flujos tienen un carácter temporal, ya que se interrumpen cuando la inmigración se radica definitivamente en el exterior o bien se traslada el grupo familiar o se diluyen los vínculos en sucesivas generaciones, por lo que su magnitud depende principalmente de la nueva migración. Sin embargo, cuando la recesión acontece en los países desarrollados de donde salen las remesas —o la crisis es de carácter global como la actual—, la reducción del volumen de éstas tiene un carácter procíclico en los países receptores, con efectos regresivos considerables en la distribución del ingreso.

6 Se entiende por migración «nueva» aquella en que la familia vive separada del emigrante residiendo en el país de origen, lo que justifica las remesas.

7 Según Orozco (2004), 70% de las remesas se destina al consumo, 8% a la inversión y 6% a la educación.

1.1.2.5 Estabilidad macroeconómica

La economía mexicana ha logrado una apreciable estabilidad macroeconómica, después de un largo periodo de inestabilidad con periódicos *shocks* externos. El objetivo fundamental de la política económica en las últimas décadas ha sido controlar la inflación, lo cual se fue alcanzando gradualmente, a pesar de algunos años de fuertes variaciones. Desde el año 2001 mantuvo niveles internacionales aceptables con una clara tendencia a la baja. Esta situación se alteró a partir de la crisis de 2008, pero la variación de precios ha sido de menor magnitud que la de otros indicadores macroeconómicos.

El déficit fiscal osciló en torno a valores próximos al 1% del PIB, y menores a esta cantidad desde el año 2003, alcanzando para 2006 un superávit global. La deuda del sector público ha disminuido en forma tendencial, alcanzando en 2006 un valor de 25.5% del PIB. El componente externo de la deuda se redujo en forma significativa hasta un valor de 6.5% del PIB, mientras que la deuda interna se incrementó pero en menor magnitud absoluta que la reducción antes mencionada. De esta forma la economía mexicana ha cumplido ampliamente con los objetivos de Maastricht, que establecen como tope de la deuda general del gobierno un 60% del PIB, y un máximo de déficit financiero del gobierno de 3%. Debe señalarse que estas metas fueron alcanzadas incluso en contextos de estancamiento o leve recesión. Para llegar a los equilibrios señalados, y ante las dificultades para elevar la recaudación fiscal, fue necesario implementar políticas monetarias y fiscales restrictivas, lo cual ha elevado las tasas de interés real, afectando el crecimiento de la demanda global, la inversión pública y el empleo. Durante 2007 se aprobaron nuevas contribuciones fiscales con el fin de disminuir la evasión y aumentar gradualmente la recaudación en dos puntos del PIB a partir del año 2008.

Desde 1994 la política cambiaria se sustenta en la libre flotación, registrando una tendencia a la apreciación del tipo de cambio real. El nivel de las reservas internacionales es alto y creciente hasta mediados de 2006, cuando registra una leve reducción. El aumento de los precios del petróleo, el crecimiento de las exportaciones para cadenas globales y las remesas internacionales, permitieron generar un efecto de «enfermedad holandesa», que apreció el tipo de cambio. La crisis económica internacional altera esta situación, reduciendo en forma significativa los precios del petróleo, las remesas y las exportaciones manufactureras, obligando a una devaluación de la moneda nacional cuyos efectos sobre la economía son aún difíciles de evaluar.

Si bien el manejo de las cuentas públicas ha sido equilibrado, no se han implementado políticas públicas de desarrollo productivo y tecnológico en forma constante a lo largo de periodos prolongados. El promedio observado de captación de ingresos (tributarios y no tributarios, en particular los petroleros) que ha realizado el gobierno federal ubica a la economía mexicana en el último lugar cuando se la compara con países de la OCDE, aun respecto de aquellos de similar grado de desarrollo económico. Entre 1991 y 2001 el promedio de recaudación de México como porcentaje del PIB fue sólo del 17.4%, mientras que en países como Grecia y Turquía dicho porcentaje representó el 33.8% y 26.1% respectivamente; incluso cuando se lo compara con el de las economías latinoamericanas más representativas —como Brasil, Argentina y Chile—, sigue teniendo los valores más bajos de captación.

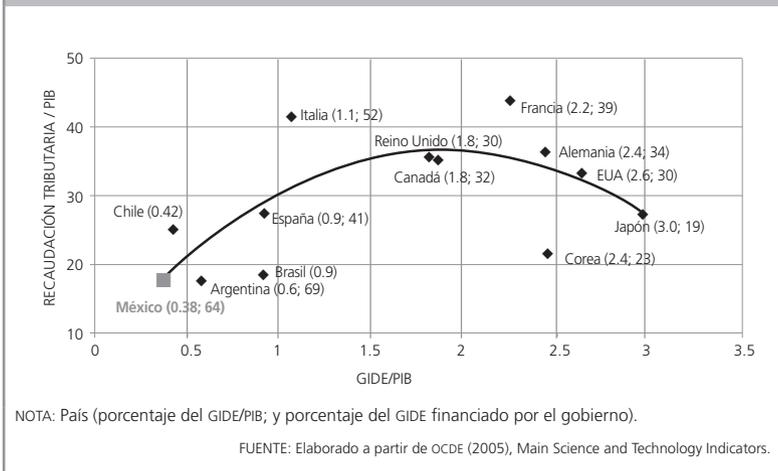
Como se puede observar en la Gráfica 5, esta situación condiciona los recursos destinados a la ciencia y la tecnología (C&T). Existe una relación positiva entre el porcentaje de captación de ingresos y la proporción de estos recursos que el sector público está en condiciones de destinar a este tipo de actividades. Las economías con muy baja captación fiscal en general destinan menos recursos a la C&T, particularmente cuando el sector privado tiene una baja participación en este rubro, como es característico de las naciones menos desarrolladas. Por el contrario, una mayor captación fiscal permite implementar políticas públicas de desarrollo económico y social, que pueden complementar y generar efectos positivos sobre el desarrollo científico y tecnológico.

De los países seleccionados, México ocupa el último lugar en niveles de captación de recursos y también presenta el nivel más bajo de GIDE como proporción del PIB. Asimismo, debe considerarse que los ingresos fiscales provenientes de las actividades petroleras, compuestos principalmente por los impuestos al consumo de gasolina y aquellos cobrados a PEMEX, representan una proporción significativa del total (30.7% promedio). La volatilidad en los precios internacionales del petróleo, de los cuales dependen estos ingresos, no permite tener certidumbre sobre la disposición de recursos para la planeación e implementación de políticas públicas en el largo plazo.

La importancia de la estabilidad macroeconómica para el caso mexicano debe evaluarse en función de los muy elevados costos económicos, productivos y sociales que representó la pérdida de la misma en las reiteradas crisis padecidas a lo largo de las últimas tres décadas del siglo pasado. Sin embargo, es necesario evaluar las políticas e instrumentos que han permitido sustentarla y los fundamentos de las mismas, en relación con los requerimientos de crecimiento y bienestar que demanda la sociedad.

GRÁFICA 5. Ingresos por recaudación y GIDE como proporción del PIB

Porcentaje promedio 1995-2002



1.1.3 La productividad en México

En los estudios recientes sobre la productividad del trabajo (PL) y total de los factores (PTF) en México se pueden identificar dos perspectivas. La primera enfatiza las tendencias de largo plazo asociadas a diferentes modelos de desarrollo económico y sus determinantes a un nivel agregado, por divisiones y ramas de las cuentas nacionales (Capdevielle, 2005; Hernández Laos, 2004, 2005, 2006; Hernández Laos y Guzmán, 2005). La segunda, para periodos en general más breves, analiza dentro de un mismo modelo de desarrollo los factores determinantes de la productividad a un nivel desagregado por industrias o tipo de empresas productivas (López-Córdova, 2002; Calderón y Voicu, 2004; Pérez-González, 2004; Héctor Salgado y Lorenzo Bernal, 2007). También difieren los métodos de cálculo y las fuentes estadísticas empleadas, así como las herramientas de análisis estadístico y econométrico de la información considerada.

Al analizar las tendencias de largo plazo pueden diferenciarse los resultados de los modelos de desarrollo antes señalados. La industrialización sustitutiva de importaciones (1950-1981) se caracterizaba por la orientación de la producción hacia el mercado interno, con una alta participación gubernamental en la regulación de los mercados y la producción directa; mientras que el segundo periodo lo hace por la apertura y la desregulación de la economía (1988-2007). Entre ambos periodos es

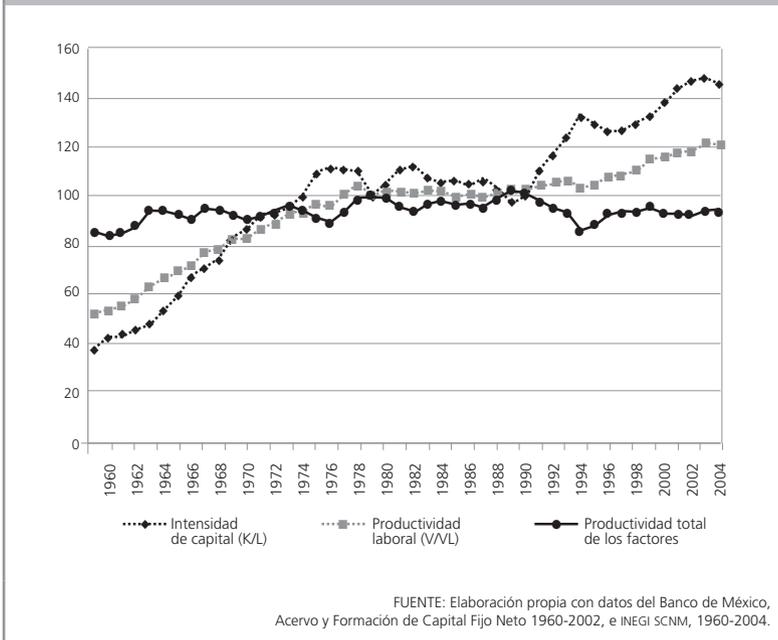
posible identificar un sexenio crítico (1982-1987), durante el cual se observa el agotamiento y crisis de este modelo de industrialización, así como la implantación de las políticas de estabilización y ajuste, que permiten la posterior apertura. Con independencia de incluir este periodo de grave crisis económica en uno u otro modelo, es importante comprender la transformación significativa en los principales indicadores económicos de eficiencia y bienestar que acontecen durante el mismo.

A pesar de los diversos métodos de cálculo y fuentes de información, existen algunas regularidades que pueden ser apreciadas en diversos estudios sobre el desempeño de la productividad en el largo plazo del conjunto de la economía. La productividad total de los factores no se ha modificado en forma significativa en las últimas cinco décadas (Gráfica 6). Durante la etapa de industrialización por sustitución de importaciones, su crecimiento fue reducido, a pesar de que la productividad media del trabajo se elevó en forma considerable, debido al aumento en la intensidad de capital por trabajador que acompañó un acelerado crecimiento económico. El crecimiento en la inversión durante este periodo correspondió tanto al sector privado, nacional e internacional, como al sector público, que participaba activamente en la actividad productiva directa mediante empresas públicas así como en la construcción de infraestructura. El financiamiento de la inversión pública se realizó en muchos casos con endeudamiento externo, en particular durante los últimos años del periodo referido (FCCT, 2006a; Hernández Laos, 2005).

En el periodo 1982-1987, junto a la contracción en el nivel de actividad e inversión se observa una reducción de la productividad del trabajo y total de los factores. Este lapso se caracteriza por la implementación de programas de estabilización macroeconómica en un contexto recesivo, que tuvieron un fuerte impacto sobre la conducta de los agentes productivos y la operación de los mercados. La crisis de la deuda externa en 1982 limitó las posibilidades de inversión pública y el contexto recesivo no indujo a la inversión privada.

Al finalizar esta década, la privatización de empresas públicas, la apertura comercial y la desregulación de la economía fueron factores de atracción de la inversión privada, y nuevamente es posible apreciar un crecimiento en la productividad del trabajo asociada a un aumento en la intensidad del capital. Pero la productividad total de los factores no se altera en forma apreciable, lo que determina una reducción o estancamiento de la misma, según los diversos métodos de cálculo y fuentes de información. La economía y la productividad del trabajo en estos años

GRÁFICA 6. México: Productividad total de los factores, del trabajo e intensidad de capital. Total nacional (1960-2004) (Índice 1980=100).



crecen a un ritmo inferior al del periodo sustitutivo, con una tendencia al estancamiento en los primeros años del nuevo milenio.

El análisis de los efectos de la reasignación sectorial de los recursos sobre el desempeño de la productividad muestra efectos positivos durante la industrialización sustitutiva de importaciones, pero éstos han sido nulos o negativos durante el periodo de apertura de la economía. Existe un cambio significativo en la composición de la producción y el empleo, entre sectores productivos y dentro de éstos, donde los sectores más dinámicos son aquellos de menor productividad relativa y aquellos que incrementan la productividad laboral lo realizan con una contracción o estancamiento del personal ocupado (Capdevielle, 2005).

Desde fines de los años ochenta, la productividad laboral del sector manufacturero «no maquila» crece como resultado de un incremento moderado de la producción, y bajo en el caso del empleo. La productividad en la IME en cambio es relativamente estable en todo el periodo considerado y menor a la del resto de las manufacturas, así como a la del conjunto de la economía. El bajo crecimiento de la productividad en la

IME sucede en un contexto de muy alto crecimiento del producto y del empleo en este sector, pero en magnitudes muy próximas. La diferencia relevante entre los periodos analizados radica en los efectos disímiles del incremento de la productividad en un contexto de crecimiento o estancamiento de la economía, así como del aumento en la importancia relativa de sectores dinámicos pero cuya productividad es reducida y no varía.

Si analizamos los factores que explican el cambio en la productividad del trabajo con el método de «cambio y participación» podemos apreciar los determinantes y la naturaleza de estos cambios.⁸ Desde finales de los años ochenta el componente que explica el crecimiento de la productividad manufacturera es el crecimiento de la misma dentro de cada rama, mientras que el cambio en la composición de la producción por reasignación e interacción es negativo o poco relevante en los periodos considerados (Cuadro 3 y Anexo 1.6). No hay un cambio virtuoso en la composición del empleo por reasignación de trabajadores de actividades menos productivas hacia otras con mayor productividad o con mayor crecimiento de la productividad. La reasignación existente de trabajadores del sector no maquila a la IME ha tenido un efecto negativo sobre la productividad media del trabajo. El crecimiento de esta variable se explica fundamentalmente por el aumento de la productividad dentro de cada rama en el sector no maquila, el cual puede tener su origen en procesos de racionalización de personal en un contexto de mayor disputabilidad de los mercados locales ante la apertura comercial.

La comparación de los indicadores de la productividad laboral entre México y Estados Unidos, a nivel agregado permite apreciar que éstos convergen para el periodo 1960-1981 y divergen entre 1981-2005. A nivel de divisiones industriales específicas, y a pesar de la muy desigual composición de la producción entre ambas economías, se puede apreciar la no convergencia en este último periodo al comparar la evolución del producto medio por trabajador en dólares constantes del año 1990. La brecha de productividad, entendida como el porcentaje que el producto por trabajador en México representa del producto por trabajador en los Estados Unidos, se amplía para el conjunto de las manufacturas y para la mayoría de las divisiones industriales. En particular, los sectores con predominio de actividades globales no tienden a la convergencia y

8 El método de cambio y participación descompone la variación de la productividad en tres efectos. El primero corresponde a la reasignación de trabajadores entre distintas ramas de la economía, o sea cambios en la composición del empleo manufacturero. El segundo se refiere a la interacción de la variación del empleo respecto a la variación de las productividades; mientras que el tercero analiza los cambios en la productividad al interior de cada rama.

CUADRO 3. Componentes del crecimiento de la productividad						
Industria manufacturera*						
Periodos	Componentes			Total- Cambio y participación	Tasa de crecimiento anual del valor agregado	Tasa de crecimiento anual del personal
	Efecto reasignación de trabajadores	Efecto interacción	Aumento de productividad			
1988-1993	-0.11	-5.19	18.32	13.02	4.27	1.75
1993-1998	-5.95	-3.05	22.52	13.53	5.29	2.66
1998-2003	0.03	-0.59	12.86	12.30	1.56	-0.81
1988-2003	-3.18	-19.80	67.07	44.09	4.15	1.44
* Incluye industria maquiladora de exportación.						
Industria maquiladora de exportación						
Periodos	Componentes			Total- Cambio y participación	Tasa de crecimiento anual del valor agregado	Tasa de crecimiento anual del personal
	Efecto reasignación de trabajadores	Efecto interacción	Aumento de productividad			
1988-1993	-1.29	-0.02	7.74	6.43	8.96	7.61
1993-1998	-2.79	-0.15	-0.38	-3.33	13.52	14.29
1998-2003	1.68	-0.42	-1.60	-0.34	1.22	1.74
1988-2003	-2.20	0.19	5.50	3.49	8.93	8.86

FUENTE: Elaboración propia sobre la base de INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales de México.

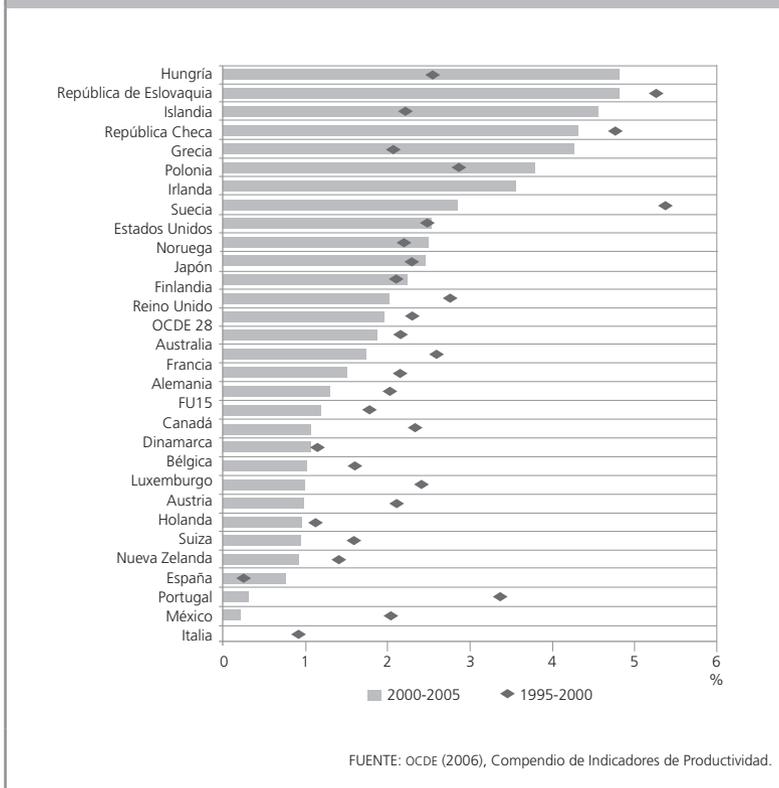
ésta sólo se da parcialmente en algunas ramas correspondientes a sectores donde predomina la producción integrada local. Sólo la división correspondiente a industrias metálicas básicas converge y presenta niveles de productividad equivalentes (Capdevielle, 2005). Otros análisis a nivel de ramas de actividad, al comparar la productividad laboral manufacturera con el método de paridad del poder adquisitivo (PPA), verifican una divergencia generalizada para el periodo 1975-1986, mientras que en el periodo 1987-1996, con posterioridad a la apertura, identifican un proceso heterogéneo y selectivo de convergencia para algunas ramas de actividad, determinado por el aprovechamiento de economías de crecimiento y escala, así como la acumulación de capital, la IED y en menor medida la asimilación del avance tecnológico (Hernández Laos y Guzmán, 2005). En general diversos trabajos coinciden en la no convergencia a nivel agregado entre la productividad laboral de ambas economías.

La comparación de la información estadística disponible sobre la productividad laboral y total de los factores (PTF) entre México y el conjunto de los principales países de la OCDE permite apreciar que la posición de México corresponde a una de las más bajas tasas de crecimiento de la productividad laboral (Gráfica 7 y Anexo 1.6) durante los últimos quince años, con una caída en la PTF para el mismo periodo, que representa el peor resultado de las naciones consideradas (Anexo 1.7). Los análisis de series de tiempo para el conjunto de la economía denotan que las últimas tres décadas presentan un desempeño poco satisfactorio de la productividad, en relación con los distintos indicadores considerados, tanto respecto a la tendencia histórica de largo plazo de la economía mexicana como en la comparación con otras economías.

Otros análisis de naturaleza econométrica, al estudiar los determinantes de la variación en la productividad laboral y total de los factores, permiten identificar algunas relaciones de particular importancia cuando se efectúan a nivel de establecimiento, a pesar de corresponder en general a periodos temporales reducidos.

La relación entre la liberalización del comercio y la inversión con la PTF a nivel de establecimientos, con posterioridad al Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLC), es considerada positiva y relevante. En particular las empresas con mayor grado relativo de integración comercial en mercados internacionales tienen un mejor acceso a nuevas tecnologías, y modifican su conducta con respecto a I+D (López-Córdova, 2002; Calderón y Voicu, 2004). Asimismo las empresas que invierten en I+D son más productivas y tienen un crecimiento de la productividad

GRÁFICA 7. México-OCDE: Comparación del crecimiento en la productividad laboral.
Períodos 1995-2000 y 2000-2005 (total de la economía, tasa de crecimiento anual promedio)



más rápido que las empresas que no invierten en I+D. En algunos casos las ganancias de productividad son explicadas por la reasignación de la producción a plantas más productivas (Calderón y Voicu, 2004).

Otro elemento significativo está relacionado con la estructura de propiedad y el papel de la IED en el periodo 1984-1993. Las empresas de propiedad extranjera incrementan su productividad cuando los propietarios extranjeros adquieren el control mayoritario del establecimiento, demostrando una correlación positiva entre IED y PTF (Pérez-González, 2004).

En relación con la concentración de mercado, es posible identificar un doble efecto sobre la productividad factorial y total de los factores. Por un lado existe evidencia de una relación positiva entre concentración de mercado y adopción tecnológica; tanto la adopción tecnológica como el capital humano están promoviendo el crecimiento de la productividad,

pero la concentración de mercado tiene una influencia negativa sobre ella. Si se descompone el efecto sobre la adopción tecnológica, una mayor concentración tiene un impacto negativo sobre la productividad (Salgado y Bernal, 2007).

Por último, a partir de un ejercicio de contabilidad de crecimiento que incorpora el análisis del capital humano, se ha demostrado que el capital físico, el capital humano y la productividad total de los factores aportan magnitudes similares al crecimiento del PIB real en México (García-Verdú, 2007). Desde esta perspectiva, la contribución del capital físico es menor que la señalada en otros estudios sobre los determinantes del crecimiento y la evolución de la productividad factorial y total de los factores.

1.2 Principales rasgos estructurales de la economía mexicana

1.2.1 La composición de la producción y el empleo

A pesar de su reducido ritmo de crecimiento, la economía mexicana ha modificado su composición productiva y comercial en forma significativa en los últimos años, como resultado del desigual desempeño sectorial. O sea que si bien algunas actividades han presentado un desarrollo significativo y dinámico, otras en cambio no sólo han perdido importancia, sino que han reducido su capacidad productiva.

A nivel de sectores, el bajo crecimiento de la división agropecuaria determinó una pérdida de participación en el producto que se acentuó en la última década, con posterioridad a la implementación del TLC, a pesar de la elevada heterogeneidad que tiene (Romero y Puyana, 2004). Como se observa en el Cuadro 4, la minería, que incluye la extracción de petróleo, no altera su importancia relativa en forma significativa. El sector servicios incrementa su participación en el producto, con mayor dinamismo para los servicios financieros, de transporte y comunicaciones. La actividad manufacturera mantiene su participación en el total del producto, en magnitudes relativamente constantes. Sin embargo, el cambio fundamental acontece en la composición del sector manu-

tero, donde el crecimiento del sector asociado a cadenas globales (IME y PITEX) compensa la caída del resto de las manufacturas. Las cadenas de producción global se vinculan en forma muy limitada al resto de las actividades productivas, presentando muy bajos eslabonamientos locales. El cambio en la composición de la producción manufacturera es producto tanto del crecimiento de los segmentos globales en que se especializa la economía, y que tienen por destino la exportación, como por las importaciones que sustituyen la producción local, ante la apertura y disponibilidad de divisas que la nueva forma de inserción en el comercio genera. La división de sustancias químicas y derivados del petróleo pierde participación, a pesar de representar procesos de alto potencial productivo, al disponer México de insumos abundantes que podrían motivar la producción de sus ramas. El sector de textiles, vestido, cuero y calzado también perdió importancia a pesar del repunte en la producción de la rama de prendas de vestir, asociada a procesos globales. En general, sólo la división manufacturera de productos metálicos, maquinaria y equipo incrementa significativamente su participación, siendo fundamental dentro de la misma el liderazgo de las industrias automotriz y electrónica (televisión, radio, computadoras), ambas con una clara orientación a las exportaciones.

La especialización productiva y comercial de las manufacturas se ha orientado hacia actividades o segmentos de procesos de producción que demandan e incorporan poco valor agregado tecnológico local. Los bienes elaborados en cadenas de producción global son altamente competitivos, incluso una parte importante de los mismos son de alta tecnología, pero generan un bajo valor agregado local y un reducido crecimiento de la productividad. Este sector presenta un extraordinario dinamismo con una creciente participación en el valor agregado manufacturero, el empleo y las exportaciones. En los últimos diez años las actividades globales permiten explicar más del 40% del empleo manufacturero y un valor próximo al 80% del total de las exportaciones.

El sector orientado principalmente al mercado interno, de menor dinamismo, presenta una elevada y creciente heterogeneidad tecnológica, con un aumento considerable en la productividad de las empresas líderes que incrementa las brechas de productividad dentro de las distintas ramas de actividad. Esto pone de manifiesto que las mejores prácticas productivas y tecnológicas no se difunden al interior de las mismas (Capdevielle, 2005).

CUADRO 4. México: Estructura sectorial del Producto Interno Bruto (1970-2006) (millones de pesos a precios constantes de 1993)										
Concepto	1970		1988		2000		2005		2006	
	Absolutos	%	Absolutos	%	Absolutos	%	Absolutos	%	Absolutos	%
Total	459,280		958,230		1,475,927		1,614,524		1,692,020	
Agropecuaria silvicultura y pesca	44,207	9.6	65,980	6.9	80,935	5.5	87,801	5.4	92,015	5.4
Minería	5,104	1.1	15,134	1.6	19,134	1.3	21,157	1.3	21,622	1.3
Industria manufacturera	91,421	19.9	178,416	18.6	317,092	21.5	314,883	19.5	329,683	19.5
Productos alimentarios, bebidas y tabaco	25,900	5.6	47,429	4.9	75,332	5.1	84,271	5.2		
Textiles e industria del cuero	12,192	2.7	17,408	1.8	26,301	1.8	21,141	1.3		
Industria de la madera	3,943	0.9	7,104	0.7	8,343	0.6	7,432	0.5		
Papel, imprentas y editoriales	4,433	1.0	9,077	0.9	14,050	1.0	13,562	0.8		
Sustancias químicas	9,685	2.1	30,418	3.2	45,870	3.1	46,710	2.9		
Productos de minerales no metálicos	7,445	1.6	13,920	1.5	20,684	1.4	22,537	1.4		
Industrias metálicas básicas	4,053	0.9	8,863	0.9	15,219	1.0	16,035	1.0		
Productos metálicos, maquinaria y equipo	18,608	4.1	39,733	4.1	101,889	6.9	94,115	5.8		
Otras industrias manufactureras	5,163	1.1	4,464	0.5	9,405	0.6	9,067	0.6		
Construcción	25,876	5.6	43,240	4.5	62,859	4.3	68,563	4.2	73,294	4.3
Electricidad, gas y agua	4,240	0.9	16,114	1.7	26,217	1.8	28,656	1.8	30,089	1.8
Comercio, restaurantes y hoteles	92,149	20.1	202,530	21.1	321,839	21.8	350,794	21.7	363,773	21.5
Transporte y comunicaciones	32,632	7.1	87,505	9.1	165,469	11.2	214,680	13.3	234,216	13.8
Servicios financieros e inmobiliarias	64,896	14.1	146,785	15.3	229,781	15.6	286,021	17.7	301,467	17.8
Servicios comunales y personales	107,233	23.3	226,562	23.6	294,485	20.0	302,701	18.7	311,177	18.4
Servicios bancarios imputados	-8,478	-1.8	-24,039	-2.5	-41,882	-2.8	-60,721	-3.7	-65,534	-3.9

FUENTE: Sistema de Cuentas Nacionales de México, INEGI, varios años.

Cerca de 80% del valor agregado y más del 90% de las exportaciones manufactureras de alta intensidad tecnológica son realizadas por el sector global de la economía. En el sector de la industria maquiladora de exportación (IME) tienen mayor importancia las actividades de tecnología alta y media-alta (electrónica-autopartes), aunque también participa en la producción de bienes de baja intensidad tecnológica (confección). Los programas PITEX se concentran en la producción de bienes de media-alta intensidad tecnológica (automotriz). En el sector orientado al mercado interno predominan las actividades de baja intensidad tecnológica, las que incrementan su importancia en el valor agregado. Sin embargo la intensidad tecnológica de los bienes producidos en cadenas globales no implica que ese valor tecnológico sea creado localmente, dado que los segmentos del proceso de producción en que se especializa la economía son intensivos en trabajo poco calificado y no se realizan localmente esfuerzos significativos para el desarrollo tecnológico.⁹ Los indicadores de esfuerzo en actividades de innovación realizadas en México no manifiestan una clara relación positiva entre la intensidad tecnológica de las actividades y el porcentaje de GIDE sobre valor agregado, si bien este gasto es levemente mayor para las divisiones que incluyen actividades de alta tecnología.

Si analizamos en forma comparada el gasto en I+D realizado por el sector productivo en los principales países de la OCDE y de México (Cuadro 5), no sólo el nivel relativo es muy inferior sino que en las actividades de baja intensidad tecnológica la desigualdad es poco significativa, pero en aquellas de mayor intensidad la diferencia es profunda.¹⁰ El sector productivo realiza un bajo y homogéneo esfuerzo en México, mientras que en los países más desarrollados tiene una mayor magnitud y es muy disperso entre sectores de distinta intensidad tecnológica. Este comportamiento se explica por la importancia adquirida por cadenas de producción global (maquila y PITEX) que en algunos casos producen localmente bienes de alta intensidad tecnológica, pero fundamentalmente en aquellas fases del proceso productivo intensivas en el uso de mano de obra. No se articulan ni con el sistema productivo local, dado que la casi totalidad de sus insumos son importados, ni con el resto de los agentes del Sistema Nacional de Innovación (SNI).

9 Véanse los casos exitosos descritos en el Capítulo 8.

10 Los criterios de intensidad tecnológica corresponden a OCDE (2005).

CUADRO 5. Intensidad del gasto en investigación y desarrollo

Clasificación por intensidad tecnológica	I+D / Valor agregado		
	OCDE	México	Brecha México/OCDE%
<i>Industrias de alta tecnología</i>			
Farmacéuticos	22.3	0.35	1.56
Maquinaria de oficina, contabilidad y computación	25.8	0.11	0.41
Televisión, radio y equipo de comunicaciones	17.9	0.04	0.20
Instrumentos médicos, de precisión y ópticos	24.6	0.15	0.60
<i>Industrias de media-alta tecnología</i>			
Maquinaria y aparatos eléctricos	9.1	0.49	5.38
Vehículos de motor	13.3	0.44	3.31
Productos químicos (excepto farmacéuticos)	8.3	0.79	9.50
Otros equipos de transporte	8.7	0.18	2.11
Otras maquinarias y equipos	5.8	0.02	0.26
<i>Industrias de media-baja tecnología</i>			
Caucho y productos plásticos	3.1	1.04	33.68
Carbón, petróleo y energía nuclear	2.7	0.18	6.77
Productos minerales no metálicos	1.9	0.29	15.30
Metales básicos y productos de metal	1.9	1.10	57.92
<i>Industrias de baja tecnología</i>			
Otras manufacturas	1.3	1.29	99.59
Madera, papel, imprentas y publicaciones	1	1.37	137.03
Alimentos, bebidas y tabaco	1.1	0.11	10.43
Textiles, prendas de vestir, piel y cuero	0.8	0.21	26.18
Total manufactura	7.20	0.45	6.30

NOTA: Basado en datos de 12 países de la OCDE: Estados Unidos, Canadá, Japón, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Irlanda, Italia, España, Suecia, Reino Unido.

FUENTE: OCDE (2003), Anberd y Stan databases, y CONACYT (2005), Indicadores de actividades científicas y tecnológicas.

Otro indicador relevante del limitado desempeño tecnológico es el muy reducido y decreciente nivel de patentamiento de las empresas locales. La normativa sobre propiedad intelectual se ha modificado desde inicios de la década pasada, mejorando la garantía sobre los derechos de propiedad. Sin embargo, los resultados de la evolución reciente en el nú-

mero de patentes solicitadas por origen del inventor ponen de manifiesto el crecimiento extraordinario de aquellas solicitadas por empresas no residentes, mientras que las solicitudes de patentes por empresas residentes han disminuido. En general el número de patentes en los países en desarrollo es un indicador que subestima su efectiva actividad innovadora, pero su reducción absoluta para las empresas residentes, en un contexto de acelerado crecimiento del patentamiento, es indicativa del papel marginal y tecnológicamente subordinado de estas empresas. Por el contrario, el crecimiento absoluto y relativo del patentamiento de las empresas no residentes demuestra la inserción en la producción y el comercio internacional por parte de estas empresas, que demandan garantías de propiedad intelectual para la transferencia de tecnología. La Sección 2.4.2 presenta información detallada del desempeño de estas variables.

Por último, los costos que representa para la economía nacional no desarrollar capacidades tecnológicas pueden ser apreciados en los resultados de la balanza de pagos tecnológica, que expresa un elevado y creciente déficit, a diferencia de algunas economías desarrolladas que pueden financiar con sus exportaciones tecnológicas una parte importante del esfuerzo realizado en ciencia, tecnología e innovación (CTI). Este déficit implica al mismo tiempo una dependencia y una transferencia de tecnología externa, por lo que su tendencia y carácter sustituto o complementario de las capacidades tecnológicas locales son los elementos fundamentales a observar, junto con otros indicadores de desempeño productivo. Algunas economías con elevado dinamismo productivo y tecnológico tienen un déficit considerable, que emplean para compensar las brechas tecnológicas con las naciones de mayor desarrollo relativo, con el objeto de desarrollar a lo largo del tiempo capacidades propias. Sin embargo un déficit creciente que no se corresponde con dinamismo productivo y una especialización virtuosa, denota deficiencias en el sistema productivo e innovador nacional.¹¹ Los pagos por tecnología representan una transferencia de rentas tecnológicas que explican la situación antes expuesta de producir bienes de alta tecnología sin valor agregado local. Esta situación deficitaria puede ser una etapa inicial para introducir y desarrollar tecnologías de frontera, o una expresión de incapacidad tecnológica permanente.

Asociados a los cambios en la composición de la producción se pueden explicar los cambios en la composición del empleo que están deter-

11 México incrementó su déficit en la balanza de pagos tecnológica desde unos 200 millones de dólares en los años ochenta hasta alcanzar un valor próximo a los 500 millones de dólares en la última década (OCDE, Main Science and Technology Indicators).

minados por la evolución del sector formal e informal de la economía. Dentro del sector formal, las actividades orientadas a la exportación que corresponden a cadenas de producción global (maquila y PITEEX) han tenido un extraordinario crecimiento aumentando su participación dentro del empleo manufacturero. Tales actividades se caracterizan por ser trabajo-intensivas y por pagar remuneraciones medias menores que el conjunto de las manufacturas.

Asimismo existen en forma simultánea actividades productivas con muy desiguales niveles de productividad, los que no se deben a la naturaleza productiva intrínseca de cada actividad o a los desiguales requerimientos de capital por trabajador, sino a la heterogeneidad estructural de la economía. Entendemos por tal el hecho de que en algunas actividades se realizan prácticas productivas próximas a la frontera tecnológica y del conocimiento, con una apropiada combinación de factores, mientras que en otras se presentan condiciones productivas y tecnológicas atrasadas que emplean en forma ineficiente los factores productivos y pagan bajas remuneraciones a los mismos, sin existir un nivel de competencia o disputabilidad razonable en el mercado.

Esto se refleja en el plano laboral llevando a que muchos trabajadores se desempeñen en el sector informal de la economía, con baja productividad. En algunos casos las actividades de subsistencia se complementan con estrategias familiares o comunitarias, que combinan la producción agrícola poco eficiente, el trabajo en cadenas globales o la migración internacional. Lo anterior contribuye a una mala asignación de los recursos productivos, en mercados altamente imperfectos o inexistentes.

El nivel de desempleo abierto en México es reducido respecto de los parámetros internacionales, próximo al 3% de la PEA, pero se ha incrementado el empleo informal de baja remuneración que en 1980 representaba un 5% de la PEA y en el año 2000 llegó a un 24% (véase Cuadro 6). Asimismo, este sector informal se manifiesta en magnitudes muy disímiles a nivel regional, siendo los estados de Zacatecas, Chiapas, Durango, Michoacán y Nayarit los que presentan un porcentaje mayor del mismo, mientras que es menor en Quintana Roo, Distrito Federal, Chihuahua, Nuevo León y Baja California Sur (Hernández Laos, 2005).

CUADRO 6. México. Población económicamente activa (PEA) y empleo remunerado, 1970-2007 (miles de personas y puestos)

Año	PEA	Empleo remunerado	Desempleo + empleo no remunerado
1970	14,880	14,039	842
1971	15,433	14,539	894
1972	16,004	14,945	1,059
1973	16,595	15,760	835
1974	17,206	15,986	1,220
1975	17,839	16,696	1,143
1976	18,492	16,971	1,522
1977	19,169	17,723	1,446
1978	19,868	18,392	1,475
1979	20,590	19,292	1,299
1980	21,338	20,513	825
1981	22,111	21,873	237
1982	22,909	22,390	519
1983	23,735	22,913	822
1984	24,589	23,446	1,143
1985	25,472	23,963	1,509
1986	26,384	23,618	2,766
1987	27,327	23,866	3,461
1988	28,302	24,070	4,232
1989	29,297	24,764	4,533
1990	30,319	25,958	4,361
1991	31,367	26,724	4,643
1992	32,442	27,160	5,282
1993	33,545	27,467	6,078
1994	34,676	28,166	6,510
1995	35,836	27,347	8,489
1996	37,026	28,270	8,755
1997	38,245	29,347	8,898
1998	39,496	30,635	8,861
1999	40,779	31,363	9,415
2000	42,093	31,994	10,100
2005*	42,698	33,214	9,484
2006*	43,915	34,152	9,763
2007*	44,409	35,123	9,286

* Datos correspondientes a una nueva metodología de cálculo para las variables analizadas. Con posterioridad al año 2000 los cambios en la metodología de cálculo de la PEA no hacen comparable la información.

FUENTE: Consejo Nacional de Población (CONAPO) e INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales.

1.2.2 Competencia y condiciones de mercado para el uso de los resultados de la ciencia y la tecnología y la generación de las innovaciones

El análisis del fenómeno innovador y sus efectos sobre el desempeño económico requiere evaluar la operación de los mercados y de las instituciones que regulan su actuación. La competencia es un factor clave para el desempeño eficiente de los mercados, permite impulsar las actividades innovadoras, difunde las mejores prácticas productivas y favorece la distribución con equidad de los beneficios del progreso técnico. En los casos en que la competencia en los mercados no es posible o conveniente, o cuando la práctica competitiva no permite una asignación socialmente eficiente de recursos destinados a las actividades innovadoras, dadas las fallas de mercado asociadas al conocimiento y la innovación, son necesarias políticas y normas que impulsen dicha actividad.

La provisión de bienes y servicios mediante la competencia se asegura cuando rigen condiciones efectivas de mercado. Los mercados competitivos son aquellos donde prima una distribución no excesivamente asimétrica de la propiedad entre un gran número de proveedores y, a la vez, se registra una amplia y equitativa diseminación de la información entre los usuarios de las mercancías. En gran medida, las empresas impulsan y promueven la innovación cuando los mercados operan en condiciones competitivas. En México, muchas actividades económicas se realizaron y todavía tienen lugar, en un gran número de casos, sin que se cumplan cercanamente las condiciones anotadas.

Por ello, la extensión de los derechos de propiedad y el desarrollo de los mercados, junto con los ordenamientos legales relativos a la propiedad intelectual e industrial y a la competencia, condicionan, de manera estrecha, la producción y circulación de las mercancías y, al mismo tiempo, el desarrollo de la innovación. La afirmación y la redistribución de los derechos de propiedad, y la incorporación a los mercados de una amplia gama de bienes y servicios, se produjeron después de las reformas económicas del periodo comprendido entre 1982 y 1999. Aunque ya ha pasado un cuarto de siglo desde el inicio de las reformas, los cambios relativos a la creación y extensión de las prácticas competitivas han sido menos efectivos que lo que esperaban los partidarios de estas reformas orientadas por el mercado.

Las leyes relativas a la competencia en general y al ordenamiento de los mercados en algunos sectores clave —energía, telecomunicaciones,

tecnologías de la información y comunicaciones (TIC), y financiero— se revisaron, reformaron y actualizaron en los últimos quince años. No obstante, la implantación de los mecanismos para controlar e incentivar la competencia es todavía precaria en esas y otras muchas actividades. Por ello las posibilidades de innovación están acotadas por las carencias que muestran las condiciones de operación de los mercados.¹²

La creación e instauración de órganos reguladores se ha ido imponiendo en México. Así se crearon o se reformaron la Comisión Reguladora de Energía, la Comisión Federal de Telecomunicaciones, la Comisión Nacional Bancaria y de Valores, la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas y la Comisión Nacional de Sistemas de Ahorro para el Retiro, entre las que son específicas para algunos sectores, y la Comisión Federal de Competencia para los aspectos relativos a las prácticas monopólicas o anticompetitivas. Estos organismos, junto con el Banco de México, tienen diferentes grados de poder regulatorio. En particular las comisiones de Energía y de Competencia tienen mayor capacidad para impedir la concentración de los mercados que las otras comisiones reguladoras y el Banco de México. Es claro que el poder monopólico y las formas de influencia sobre los funcionarios reguladores por parte de los empresarios de los sectores altamente concentrados, como el de telecomunicaciones y el financiero, hacen la diferencia. Comunicaciones caras y crédito escaso han resultado de la situación prevaleciente en esos mercados, y son poderosos desestímulos a la innovación.

Un aspecto relevante de las carencias y dificultades que enfrenta la competencia en México es la asimétrica distribución de las capacidades, del ingreso y de la información que prevalece en los mercados. Si bien el marco legal que se ha ido implantando y reformando pretende cambiar dicha situación mediante la promoción de reglas contrarias a la concentración de la oferta, a la concesión arbitraria o unilateral de derechos de propiedad, y a la manipulación y la falta de transparencia en la diseminación de la información, los altos grados de monopolio existentes, la colusión entre grupos de interés y el poder de mercado que logra detentar un grupo pequeño de grandes empresas oponen una resistencia efectiva a la aplicación de los ordenamientos legales. En particular, la existencia conjunta de elites empresariales y de elites sindicales en sectores altamente monopólicos tanto de propiedad privada —telefonía de diversos tipos, televisión convencional y digital, banca y finanzas— como pública

12 El estudio de Guerrero, López-Calva y Walton (2006) hace una valoración de los resultados de dicho proceso de actualización y modernización jurídica.

—petróleo y electricidad— tiene efectos sumamente negativos sobre la competencia y los procesos innovativos.¹³

En esas estructuras de propiedad, de mercado y de información, el marco regulatorio que pretende encauzar las actividades económicas hacia la competencia enfrenta obstáculos. Para removerlos se requieren incentivos, formas de gobernanza y políticas públicas de mayor profundidad, y se necesita un alto grado de renovación institucional. Así, las prácticas innovadoras que deben ser inducidas, incentivadas y generalizadas por el efecto de la competencia son inhibidas y limitadas por las débiles condiciones de mercado, por el entorno estructural adverso a la competencia y por la debilidad de la puesta en práctica del marco regulatorio que, aunque se ha ido modificando, no se ha implantado aceleradamente.

La concentración de poder de negociación y de influencia que tienen los sindicatos de la educación básica y superior también es una fuente importante de alteración de las condiciones de competencia por el lado de la oferta con relación a la formación de recursos humanos. En ese sentido, los procesos educativos tienen escasas posibilidades de ser transformados para favorecer prácticas innovadoras.¹⁴

En particular, por sus características específicas, las actividades de CTI tienen lugar en ámbitos alejados de los mercados y, cuando se realizan vinculadas a ellos, se hacen en condiciones de escasa competencia. De allí que una fuente importante de innovaciones de producto y de proceso tampoco capta estímulos de los usuarios ni tiene el potencial que surge de actuar en un entorno competitivo.

1.2.3 Inequidad, pobreza e innovación

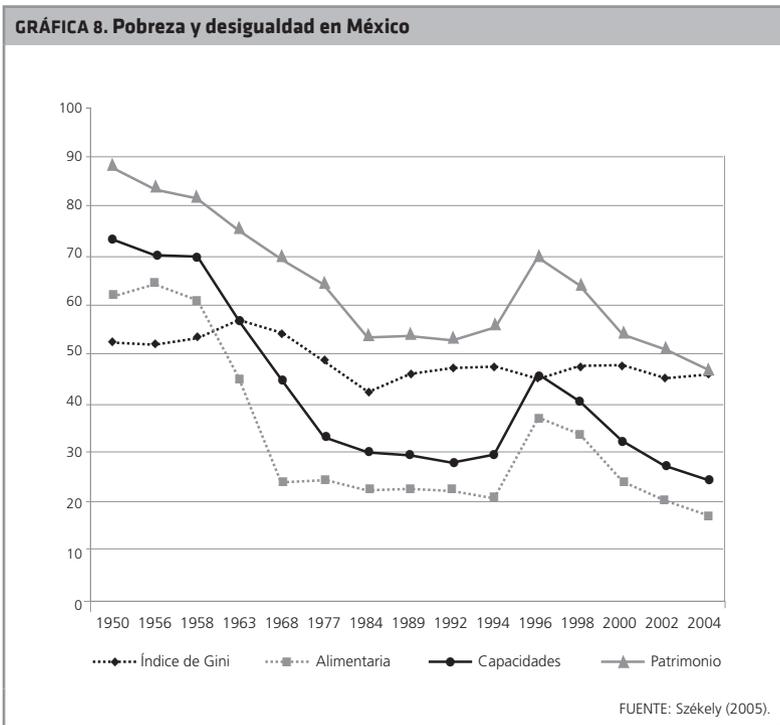
México se caracteriza por ser una de las naciones más desiguales del planeta en términos de la distribución del ingreso, aunque no de mayor pobreza absoluta. La distribución personal del ingreso es, en términos comparados internacionales, sumamente inequitativa, sólo superada por Brasil, Paraguay, Sudáfrica, Colombia y Chile (World Bank, 2005). La desigualdad, medida por el coeficiente de Gini, que en el periodo

13 El documento de Guerrero, López-Calva y Walton (2006) muestra los efectos sobre los mercados y las instituciones de regulación que tienen la desigualdad en la distribución de la riqueza que prima en ciertos sectores y la asimétrica distribución de las capacidades y recursos de influencia que está presente en esos mismos sectores o en otros.

14 Guerrero, López-Calva y Walton (2006) estudian algunos aspectos de esa distorsión respecto a la educación básica.

1963-1984 había disminuido en forma constante, se incrementó durante 1984-1994, para luego mejorar y sostenerse con oscilaciones en niveles similares a los de principios de los años ochenta (Gráfica 8). La discontinuidad en los datos disponibles no permite vincular en forma estricta los periodos históricos señalados en las secciones anteriores con la información estadística, no obstante es claro que la industrialización sustitutiva de importaciones corresponde con claridad al primer periodo de mejora en la distribución, mientras que el aumento en la desigualdad comprende el periodo de ajuste posterior. Desde el año 1994 las tendencias no son claras, con una leve mejora distributiva a partir del año 2000.

La medición de la pobreza en sus diversas formas, alimentaria, de capacidades y patrimonio, indica una disminución con fuertes variaciones en los niveles absolutos y relativos de la misma. En todos los tipos enunciados la reducción es permanente hasta 1984, luego permanece constante hasta 1994, se incrementa en 1996 (crisis de 1995) y se reduce a partir de esa fecha alcanzando a partir de 2002 niveles inferiores a los obtenidos en 1984 (Székely, 2003; Hernández Laos y Velázquez, 2003).



Es posible apreciar una mejora significativa en otros indicadores sociales, como mortalidad infantil, esperanza de vida y educación (Cuadro 7). En estos indicadores la tendencia es a una mejora constante a una tasa descendente. Sin embargo, debe señalarse que tales indicadores miden valores absolutos en México de variables que evolucionan en la misma dirección a nivel mundial, con lo que los rezagos deben apreciarse respecto de parámetros internacionales. Asimismo, no sólo deben considerarse variables cuantitativas de salud y educación, sino cualitativas, las cuales en muchos casos son independientes del esfuerzo fiscal realizado. En el caso de la educación, las evaluaciones internacionales como PISA-OCDE han puesto de manifiesto graves carencias del sistema educativo mexicano, y son una herramienta para su mejora.

CUADRO 7. México: Indicadores demográficos básicos (1970, 1988 y 2000)			
Concepto	1970	1988	2000
Tasa de mortalidad infantil*	79.44	36.73	23.35
Esperanza de vida total**	60.89	70.61	74.03
* Por mil niños nacidos vivos. ** Años.			
FUENTE: Consejo Nacional de Población.			

Las políticas públicas en los últimos tres sexenios se han orientado hacia el combate a la pobreza, con métodos que implican transferencias focalizadas y condicionadas a la obligación de asistencia escolar o atención médica, con la finalidad de mejorar la educación y la salud en los segmentos más carenciados de la sociedad y elevar el nivel del capital humano. Estas políticas representan proporciones crecientes del gasto público, y dado que sus efectos son de corto (reducir la pobreza) y largo plazo (aumentar el capital humano y los ingresos de sectores marginales), es fundamental que se mantengan y evalúen a lo largo del tiempo. En la actualidad existe un debate sobre los alcances y la efectividad de las políticas públicas de transferencias, y la información estadística disponible no permite identificar con claridad las tendencias de largo plazo (Dávila, 2006).

En adición a las políticas analizadas, otro factor que ha contribuido directa o indirectamente a la reducción de la pobreza y a una mejora en la distribución del ingreso ha sido el de las remesas de los migrantes mexicanos en el exterior. Contribuyen a la equidad social y regional, por su característica de orientarse a sectores y estados de bajos ingresos, sien-

do de una magnitud significativa para estos sectores y regiones. Si bien se ha argumentado que los migrantes no constituyen los sectores más carenciados de la sociedad mexicana, dada la interacción de los mercados de trabajo, sus efectos tenderán a mejorar la situación de estos sectores.

Lo anterior sugiere que la disminución en los niveles de pobreza se ha realizado en un contexto de reducido crecimiento económico sin una redistribución personal o funcional del ingreso significativa, y acompañada por políticas públicas de transferencias focalizadas y condicionadas. Existe consenso sobre la necesidad de crecimiento económico para poder reducir en forma significativa y permanente la pobreza e inequidad, sin embargo no siempre el crecimiento genera equidad. Asimismo la causalidad de la relación entre equidad y crecimiento es múltiple, el crecimiento puede generar equidad y la equidad puede inducir el crecimiento. Esta múltiple relación de causalidad puede generar círculos viciosos o virtuosos, donde la política pública cumple un papel fundamental en direccionar el desempeño de la economía. La pobreza y la inequidad en la distribución del ingreso deben ser considerados factores que limitan la capacidad de innovar y adoptar tecnologías avanzadas, al restringir la movilidad social y la formación de recursos humanos. El combate a la pobreza y la inequidad, además de ser éticamente indicado, puede ser una oportunidad para mejorar la capacidad innovadora de la sociedad.

Hay que tener en cuenta además que la participación de las remuneraciones de los trabajadores en el producto ha disminuido en forma tendencial durante los últimos treinta años (véase la Gráfica 9), al igual que el nivel de los salarios, con fuertes caídas en los periodos de crisis. Dada la inflexibilidad a la baja de los salarios nominales, las caídas en el nivel y participación de los mismos se verificaron en contextos de alta inflación. En los últimos años, dada la estabilidad macroeconómica, se ha alcanzado una leve recuperación de su capacidad adquisitiva. Los salarios mínimos son los que han sufrido una mayor reducción y tienen en la actualidad una capacidad adquisitiva equivalente a la de mediados del siglo pasado, a pesar de lo cual son considerados con frecuencia como una limitante relevante a la flexibilidad del mercado laboral (Castellanos, García-Verdú y Kaplan, 2004). Un objetivo de política macroeconómica es lograr la mayor flexibilidad posible del mercado de trabajo, sin embargo esta flexibilidad que elevaría la eficiencia productiva puede en algunos casos afectar negativamente los niveles de los salarios y el bienestar social.

1.3 Contribución de la innovación al crecimiento económico de México

Durante el periodo de industrialización sustitutiva, la falta de capacidad científica, tecnológica e innovadora limitó la integración local de cadenas productivas en actividades consideradas estratégicas para el desarrollo (industrias sustentadas en recursos naturales, bienes de capital, productos de alta tecnología, proveedores especializados, etc.). En el actual contexto de apertura y desregulación de la economía, la carencia de capacidad científica, tecnológica e innovadora ha conducido a una especialización en segmentos con poco valor tecnológico agregado en los procesos de producción locales y globales. La economía, y en particular las manufacturas, incrementaron su participación en el comercio internacional, pero sustentadas principalmente en la disponibilidad de recursos naturales y los bajos costos de la mano de obra, y no en la creación de valor tecnológico o el escalamiento industrial.

Es reconocido que la capacidad innovadora de una sociedad, entendida en un sentido amplio, comprende la innovación productiva, organizacional e institucional; y es un factor clave en la determinación de la productividad y la competitividad relativa de la economía. En el caso mexicano el estancamiento de la productividad, así como la pérdida de competitividad sustentada sobre bases robustas, son indicativos de dificultades en cuanto a su capacidad innovadora.

Estudios realizados sobre la rentabilidad social de la inversión en investigación y desarrollo, en relación con la inversión efectuada en capital físico para los principales países de la OCDE, permiten identificar un promedio de subinversión en I+D próximo al 50%, existiendo una relación inversa entre el nivel de desarrollo y el grado de subinversión de los países estudiados (Cuadro 8). La rentabilidad social de la inversión en I+D para el conjunto de países estudiados es el doble de la correspondiente a los activos físicos. Si analizamos la información referida a México, es posible apreciar que sólo se realiza un 10% de la inversión en I+D socialmente óptima, y que la rentabilidad social de la misma es casi diez veces la de los activos físicos. Lo anterior permite inferir que las políticas públicas destinadas al fomento de la I+D han sido insuficientes, en términos de una correcta asignación de recursos para el conjunto de la sociedad, y los efectos de incrementar el GIDE representan una extraordinaria oportunidad para el desarrollo económico de México (FCCT, 2006a).

CUADRO 8. Inversión en I+D como fracción del óptimo y su rentabilidad social relativa a la del capital físico

Países	FBK/PIB ¹	GIDE/PIB ²	% óptimo GIDE/PIB	Rentabilidad social I + D
Suecia	17.12%	4.27%	126.80%	0.79
Finlandia	19.63%	3.41%	88.30%	1.13
Japón	25.78%	3.07%	60.50%	1.65
USA	19.35%	2.74%	72.00%	1.39
Alemania	20.69%	2.51%	61.70%	1.62
Dinamarca	20.13%	2.40%	60.60%	1.65
Francia	19.49%	2.23%	58.20%	1.72
Bélgica	20.70%	2.17%	53.30%	1.88
Austria	23.29%	1.92%	41.90%	2.39
Holanda	21.71%	1.89%	44.30%	2.26
Reino Unido	16.92%	1.86%	55.90%	1.79
Irlanda	23.22%	1.15%	25.2%	3.97
Italia	19.35%	1.11%	29.20%	3.42
España	24.58%	0.95%	19.60%	5.10
Portugal	26.87%	0.85%	16.10%	6.21
Grecia	23.03%	0.65%	14.30%	6.99
México	20.28%	0.40%	10.13%	9.87
Promedio	21.37%	2.07%	51.70%	1.93

1. Formación bruta de capital como porcentaje del PIB. 2. Gasto en investigación y desarrollo experimental como porcentaje del PIB.

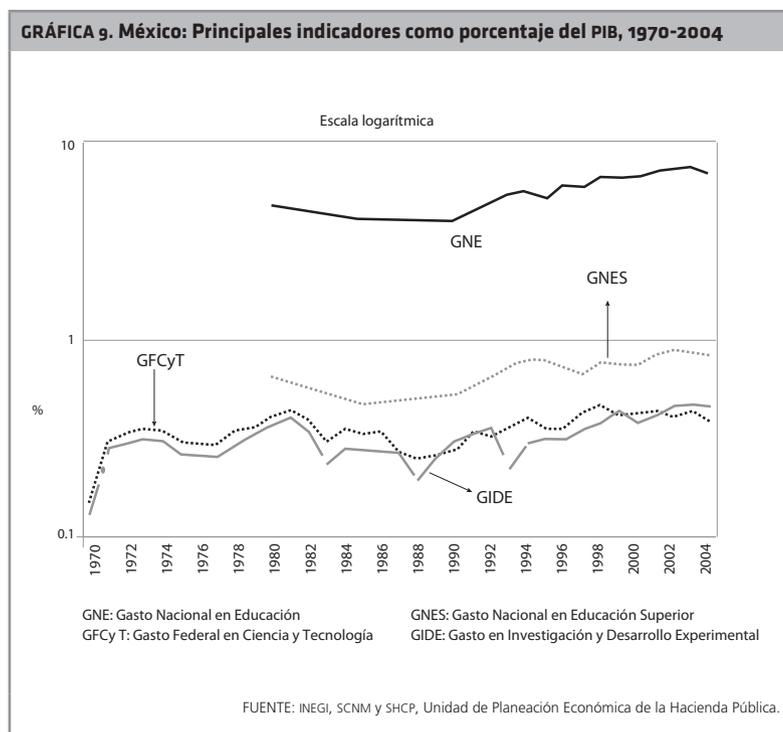
FUENTE: Basado en De la Fuente (2005). Estimaciones con la misma metodología para México sobre la base de información INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales y CONACYT.

El análisis de la información estadística disponible permite comprobar que el esfuerzo orientado al desarrollo de las actividades de CTI en México ha sido reducido, con fuertes fluctuaciones y sin una tendencia clara a incrementarse como proporción del PIB. El nivel del gasto es bajo respecto al de otras economías de la región, con un desarrollo equivalente y muy bajo respecto a las economías más dinámicas e industrializadas, no logrando superar el 0.5% del PIB a lo largo de los últimos 35 años, tanto para el gasto federal en ciencia y tecnología (GFCYT) como para el GIDE. El gasto privado destinado a actividades de I+D es reducido respecto del gasto público, aunque en los últimos años existe una tendencia a modificar esta participación (véase la Sección 2.3.2). La importancia de este gasto privado no sólo se corresponde con su contribución proporcional, sino que genera un efecto sistémico que potencia la eficiencia del total.

A lo largo del periodo considerado, los indicadores mencionados presentan amplias fluctuaciones, asociadas a las limitaciones fiscales en

periodos de crisis (Gráfica 9). La falta de regularidad en el gasto es una deficiencia más que se agrega a su reducido nivel y composición público-privado. En términos dinámicos, no poder mantener a lo largo del tiempo un ritmo sostenido de inversión en C&T destruye, en los periodos de baja inversión, algunas de las capacidades adquiridas en periodos anteriores, ligadas a procesos de aprendizaje individual y organizacional; y crea un desincentivo a la permanencia de los distintos agentes que participan de este proceso.

Estudios realizados para América Latina plantean la necesidad de lograr un valor próximo al 1% del PIB, meta que coincide con las propuestas no alcanzadas de política para el caso de México en el sexenio anterior (Maloney y Perry, 2005). Estas metas, si bien son inferiores a un hipotético óptimo social como el señalado con anterioridad, pueden representar el inicio de una trayectoria apropiada que debe ser modificada a lo largo del tiempo, en función de los logros y desafíos que enfrenta la sociedad.



1.4 Conclusiones

La economía mexicana presenta en las últimas décadas un desempeño económico poco satisfactorio a pesar de haber alcanzado niveles razonables de estabilidad macroeconómica. Dicha estabilidad fue lograda por el impulso de políticas orientadas por el mercado, mediante una rápida apertura económica y la desregulación de los mercados, en un contexto de acelerado cambio tecnológico e incremento del comercio internacional sobre la base de complejos procesos de globalización de la producción.

Sin embargo los mecanismos de mercado no han incentivado en forma suficiente y apropiada la actividad innovadora local, generando modalidades de producción y especialización en el comercio internacional que se sustentan en ventajas comparativas estáticas, que no han permitido aprovechar en forma eficiente las oportunidades del creciente comercio y los diversos flujos de capital internacional, ni la dotación de recursos humanos y naturales disponible.

El extraordinario crecimiento del comercio internacional ha tenido un impacto relativamente modesto en el dinamismo correspondiente a las actividades productivas locales y compensó sólo parcialmente el estancamiento de la demanda interna. El crecimiento económico se ha sustentado en la disponibilidad y bajo costo de los factores productivos, lo cual ofrece limitadas expectativas de desarrollo futuro, de continuar o profundizarse sobre las mismas bases. La apertura de la economía permitió acceder a tecnología de punta, pero especializándose en actividades o segmentos de la producción que agregan poco valor tecnológico y presentan reducidos eslabonamientos en relación con el resto del sector productivo.

Los flujos de IED, si bien incrementaron la inversión física e incentivaron la incorporación de conocimiento así como el uso de nuevas tecnologías para la producción y comercialización de bienes y servicios, tampoco han desarrollado efectos sinérgicos sobre el conjunto de la actividad productiva, estando vinculados principalmente al comercio internacional o los servicios financieros.

En el caso del factor trabajo, los mercados no han tenido la capacidad de generar una demanda local en la cantidad y calidad requeridas a la oferta disponible. Lo cual ha favorecido el aumento del empleo informal en actividades con bajos niveles de eficiencia, así como la migración nacional e internacional de trabajadores. Tal migración internacional ha permitido un elevado y creciente volumen de remesas, con un impacto positivo en la distribución del ingreso y el dinamismo en la demanda

interna, que sólo se puede sostener en el tiempo si la migración se torna un flujo continuo. Esta situación no permite aprovechar en forma apropiada el «bono demográfico» generado por la disminución del crecimiento poblacional. Asimismo, la disponibilidad de recursos naturales y medioambientales, en general no renovables y con un reducido valor agregado local, ha mejorado la balanza comercial y la recaudación fiscal, pero representa graves problemas potenciales para la sustentabilidad del desarrollo económico y social.

A pesar de la estabilidad macroeconómica alcanzada, del gran dinamismo del sector externo, de un importante flujo de IED y de la disponibilidad de recursos naturales y humanos con una calificación creciente, México presenta un bajo crecimiento de la economía, de la productividad factorial y de la productividad total de los factores, en un periodo temporal relevante, lo cual pone de manifiesto que el cambio técnico y la innovación no han sido factores significativos en el desempeño económico nacional. En el actual contexto de crisis económica la CTI pueden ofrecer una oportunidad para recuperar el crecimiento, así como resolver problemas relacionados con la sustentabilidad en el largo plazo de la actividad productiva. México enfrenta ambos desafíos, después de un largo periodo de estancamiento, lo que ha limitado su capacidad de desarrollo en CTI, pero cuenta con elementos favorables que podrían abrir ventanas de oportunidades, entre los que podemos mencionar los avances en el campo normativo (véase el Capítulo 3) y la existencia de una masa crítica de recursos humanos e institucionales en el sistema científico nacional (véase el Capítulo 2). A pesar de tales avances, el esfuerzo público realizado para impulsar las actividades de CTI ha sido reducido e inestable y no se ha complementado con el esfuerzo privado, ni articulado transversalmente con el conjunto de las políticas públicas.

Las políticas públicas para inducir el desarrollo de la CTI pueden hacer posible un uso más eficiente de los recursos naturales y humanos disponibles, que permitan recuperar el crecimiento mediante una inserción virtuosa en la economía mundial y el desarrollo del mercado interno. Asimismo contribuirán a elevar el bienestar y la equidad, dada su potencial rentabilidad social. Sin embargo este esfuerzo debe asumir un carácter sistémico y articularse con el conjunto de las políticas públicas y con las estrategias privadas, nacionales y del capital extranjero, como se discute en el Capítulo 10.

El Sistema Nacional de Innovación mexicano

LA INNOVACIÓN ES UN FENÓMENO complejo que involucra la acción coordinada de varios agentes económicos y sociales, tanto públicos como privados. Nuestro conocimiento sobre sus características principales es aún limitado, debido tanto a la diversidad de actividades que se incluyen dentro de la noción de «innovación», como al número de agentes que intervienen de una forma u otra en este proceso. Cada vez más la innovación depende de la articulación de diferentes agentes.

El reconocimiento de que la innovación depende de las interacciones entre diferentes agentes dio lugar al surgimiento del concepto de «sistema nacional de innovación» (SNI). Este enfoque fue introducido por Freeman (1987), Lundvall (1992) y Nelson (1993), y su uso se ha extendido de manera importante alrededor del mundo.¹ Expertos de diversas disciplinas, organismos internacionales y formuladores de políticas lo usan como un marco conceptual apropiado para entender los procesos de innovación y como una herramienta útil para guiar en el diseño y la implementación de las políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTI) dentro de diferentes contextos nacionales. Las empresas ocupan una posición central dentro de cualquier SNI, por lo cual los vínculos academia-empresa representan una de las interacciones más relevantes para el desempeño de las empresas.

La mayor parte de las definiciones consideran que un SNI engloba al conjunto de agentes e instituciones vinculados a la actividad innovadora en las fronteras nacionales (organismos e instituciones gubernamentales, universidades, empresas, sectores productivos, centros de investigación, institutos tecnológicos, centros de capacitación, organizaciones intermedias de apoyo a la actividad empresarial y sistema financiero), y a las articulaciones que se establecen entre los mismos. Un objetivo central de este sistema es apoyar el desempeño innovativo de las empresas. Las vincu-

1 Se perciben dos formas de abordar su estudio, una que se focaliza en el sistema de I+D (Nelson, 1993), y otra que articula el sistema de I+D con la estructura productiva (Lundvall, 1992).

laciones para la innovación se dan a dos niveles, uno se refiere a los flujos de información y conocimiento dentro de las empresas, otro atañe a las relaciones entre éstas y su entorno.

Este capítulo describe las principales características del SNI mexicano, sus actores e interacciones. Asimismo se revela la naturaleza de sus vínculos, sus fortalezas y sus debilidades. El capítulo también analiza los insumos que entran en el sistema y sus resultados más relevantes.

2.1 Principales agentes del Sistema Nacional de Innovación mexicano

El SNI mexicano cuenta con la mayoría de los agentes reportados en los SNI de otros países exitosos. Pero sus acciones e interacciones a diferentes niveles y con distintas intensidades contribuyen a caracterizar un SNI aún en desarrollo. Los agentes más relevantes son: organismos e instituciones gubernamentales, centros e institutos públicos de investigación, instituciones de educación superior, empresas, instituciones intermedias e instituciones financieras.

2.1.1 Organismos e instituciones gubernamentales

El gobierno es el principal agente regulador dentro del SNI. En la medida en que el gobierno define, reforma y transforma el régimen regulatorio, los mecanismos de selección y los instrumentos diseñados para apoyar y promover la CTI, también altera no solamente el ambiente en el cual los agentes se desempeñan, sino además el comportamiento innovador de los mismos.

Desde los años setenta el gobierno mexicano ha implementado varios programas y mecanismos orientados a la promoción, inicialmente, de la C&T, y más recientemente también de la innovación; al mismo tiempo fue creando las condiciones para el surgimiento de organismos e instituciones públicas especializadas en actividades de CTI. El CONACYT es sin duda la institución más importante creada por el gobierno, que tiene como objeto impulsar a la CTI. Sin embargo hay otras instituciones cuya influencia ha sido muy significativa en años recientes, entre las que se cuentan el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCT), la Con-

ferencia Nacional de Ciencia y Tecnología (CNCT), la Red Nacional de Grupos y Centros de Investigación (RNGCI), y la Red Nacional de Consejos Estatales de C&T (RENACECYT). En las siguientes secciones se describe brevemente el rol de estas instituciones.

2.1.1.1 El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)

El CONACYT fue creado en 1970; desde entonces su tarea central ha consistido en la elaboración e implementación de las políticas nacionales de CTI (Cuadro 1). Durante los años setenta la política de CTI (PCTI) diseñada por el CONACYT estuvo explícitamente orientada hacia la formación de capacidades nacionales en C&T con el objetivo de evitar una mayor dependencia del extranjero.

CUADRO 1. Funciones centrales del CONACYT	
Metas principales	Estrategias
Diseño, implementación y evolución de políticas de CTI Incrementar las capacidades de innovación de las empresas Aumentar las capacidades científicas y tecnológicas de México Administrar los programas críticos de C&T a nivel nacional	Asignar los fondos para I+D de acuerdo a las prioridades nacionales Impulsar el desarrollo científico y tecnológico Estimular los vínculos universidad-empresa Reforzar la infraestructura científica y tecnológica Promover la formación de recursos humanos en C&T
FUENTE: CONACYT, página web.	

EL CONACYT ha jugado también un papel relevante en el financiamiento y la distribución de una parte importante de los fondos federales asignados a la promoción de la C&T. Algunas iniciativas, como el Programa para la Formación de Científicos y Tecnólogos (programa de becas para estudios de posgrado), el Sistema Nacional de Investigadores (SNINV) y el programa para apoyar proyectos en C&T, son algunos de los que han estado directamente bajo la administración del CONACYT.

En 2006 el CONACYT administró recursos por un monto aproximado a 508 millones de dólares, lo que representó 17% del total de gastos federales destinados a promover actividades de CTI. Estos recursos fueron asignados mayoritariamente de la siguiente forma: investigación científica y tecnológica, 26.6%; programa de becas para estudios de posgrado, 37.6%; y Sistema Nacional de Investigadores (SNINV), 26.6%. Estos recursos permitieron al CONACYT apoyar a 20,111 estudiantes de posgrado

(44.8% en doctorado y 55.2% en maestría); 900 proyectos de investigación en ciencia básica y tecnología, y 13,485 investigadores con membresía en el SNI. La Sección 4.3 contiene un análisis más detallado de la administración de los recursos y la combinación de políticas (*policy mix*) implementadas por el CONACYT.

2.1.1.2 El Foro Consultivo Científico y Tecnológico

El Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCT) fue creado por iniciativa del gobierno en 2002 bajo el marco regulatorio establecido por la nueva ley de C&T (véase Sección 3.3). El FCCT es una organización civil independiente que tiene por objetivo asesorar al presidente de la República, al Consejo General para la Investigación Científica y el Desarrollo Tecnológico, así como al director general del CONACYT. Este organismo también asesora las comisiones de C&T que se han formado tanto en el Senado como en la Cámara de Diputados. El FCCT está organizado en tres comisiones (matemáticas, ciencias médicas y naturales; ciencias sociales y de la conducta; e ingeniería y tecnología), cada una de las cuales está integrada por especialistas provenientes del sector privado, de organismos públicos y de instituciones académicas. El FCCT también ha servido como una institución puente que ha favorecido la comunicación entre varios agentes del SNI a través de la generación de espacios para el diálogo y el debate.

2.1.1.3 La Red Nacional de Consejos Estatales de Ciencia y Tecnología (RENACECYT)

La RENACECYT es una asociación civil que funciona como un foro de discusión permanente, en donde se sugieren iniciativas orientadas a la promoción del desarrollo tecnológico en los estados que integran la federación mexicana. La RENACECYT fue establecida en 1998, como resultado de una iniciativa nacional para descentralizar las actividades de CTI, promoviendo un mayor desarrollo de estas actividades en los estados. Para alcanzar este fin, se ha propuesto impulsar una mayor interacción y colaboración entre los diferentes consejos estatales de C&T. En el año 2007 la RENACECYT estaba integrada por 28 consejos estatales y un instituto de C&T (DF). Sólo Sonora, Chihuahua y Oaxaca no contaban con algún representante dentro de la red, por carecer de consejo o instituto (Figura 1).

FIGURA 1. Estados con Consejo de Ciencia y Tecnología, 2007

1. Aguascalientes
2. Baja California
3. Baja California Sur
4. Campeche
5. Chihuahua
6. Coahuila
7. Colima
8. Chiapas
9. Distrito Federal
10. Durango
11. Estado de México*
12. Guanajuato
13. Guerrero
14. Hidalgo
15. Jalisco
16. Michoacán
17. Morelos
18. Nuevo León
19. Nayarit
20. Oaxaca
21. Puebla
22. Querétaro
23. Quintana Roo
24. San Luis Potosí
25. Sinaloa
26. Sonora
27. Tabasco
28. Tamaulipas
29. Tlaxcala
30. Veracruz
31. Yucatán
32. Zacatecas



FUENTE: INEGI, SCNM y SHCP, Unidad de Planeación Económica de la Hacienda Pública.

2.1.1.4 Comisiones de Ciencia y Tecnología del Poder Legislativo

El Congreso mexicano ha formado dos importantes comisiones encargadas de discutir la agenda nacional en c&t: la Comisión de c&t del Senado y la Comisión de c&t nombrada por la Cámara de Diputados. La primera tiene la misión de proponer e impulsar iniciativas para la promoción de la CTI en México. Tiene como facultad primordial la revisión, la mejora y actualización del marco regulatorio en el cual se inscriben las actividades de CTI dentro del país. La segunda tiene como objetivo principal la creación de espacios y foros apropiados donde todos los agentes del SNI mexicano puedan encontrarse, interactuar, dialogar y debatir los temas centrales de la CTI en México. En este sentido, esta comisión ha intentado convertirse en un canal de comunicación entre los sectores privado, público y académico preocupados y/o relacionados con la CTI. La comisión está organizada en seis subcomisiones que se distribuyen las siguientes áreas: planeación y organización de la ciencia, vinculación y difusión de la c&t, formación de recursos humanos, atención a proyectos científicos, y producción científica y tecnológica.

Tanto la comisión del Senado como la comisión de la Cámara de Diputados están integradas por representantes de todos los partidos políticos. Las dos comisiones mantienen una comunicación regular entre ellas. En los últimos años han tenido un papel destacado en la creación de la nueva ley de c&t, han promovido el diálogo y los vínculos entre los diferentes agentes del SNI, y han coadyuvado a generar una mayor conciencia social sobre la importancia que tiene para México la CTI.

2.1.2 Centros e institutos públicos de investigación

2.1.2.1 Centros públicos de investigación-CONACYT

Los centros públicos de investigación (CPI) bajo la administración del CONACYT conforman un conjunto de 27 instituciones agrupadas en tres campos de conocimiento: diez centros están orientados a la investigación científica y tecnológica en matemáticas y ciencias naturales; ocho realizan investigación en ciencias sociales y humanísticas; ocho están especializados en innovación y desarrollo tecnológico, y uno está dedicado a brindar apoyo financiero para estudios de posgrado.

Estos centros fueron creados con la misión de impulsar el desarrollo científico y tecnológico a nivel regional y estatal. También han contribuido a la divulgación de los métodos y los hallazgos científicos y tecnológicos, a la construcción de relaciones de colaboración entre los distintos actores locales, y han facilitado en alguna medida las actividades de I+D en el sector privado. Quizás una de sus contribuciones más sobresalientes ha sido la formación de habilidades científicas y tecnológicas en un número cada vez más importante de recursos humanos (Cuadro 2 y Figura 2). En el año 2006 los recursos invertidos en estos CPI fueron de 440 millones de dólares, de los cuales 154 millones (35%) fueron financiados con recursos obtenidos por los propios centros, y 286 millones (65%) provinieron de recursos públicos (Cuadro 2).

CUADRO 2. CPI-CONACYT: metas principales

- Divulgación social de la C&T, de sus métodos y sus hallazgos
- Promoción del desarrollo tecnológico regional y la adaptación de tecnología extranjera a las condiciones locales
- Innovar en la creación, la asimilación, la aplicación y el desarrollo de conocimiento científico y tecnológico
- Construir vínculos fuertes entre las actividades de C&T y los sectores productivo y social con el objetivo de resolver problemas productivos y sociales
- Facilitar la contribución del sector privado al desarrollo científico y tecnológico a través de la creación de mecanismos e incentivos apropiados
- Fortalecer las habilidades y las destrezas científicas y tecnológicas de los estudiantes mediante su integración a proyectos y actividades de C&T
- Incrementar las capacidades de investigación en las instituciones enfocadas al desarrollo científico y tecnológico, pero también en las ciencias sociales y humanísticas
- Promover, la ciencia, la tecnología y la cultura humana, como una parte central de la cultura social de los mexicanos

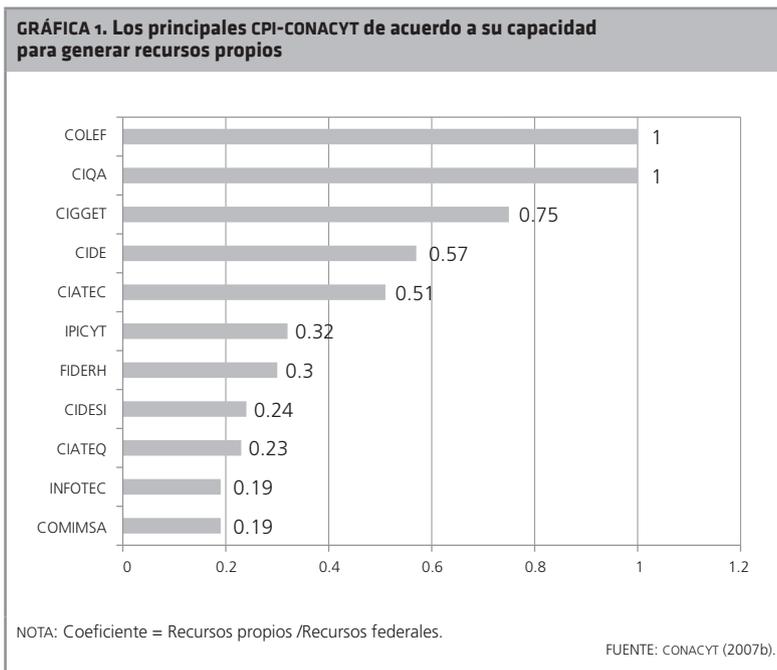
FUENTE: CONACYT, página web 2008.

En años recientes los 27 CPI-CONACYT han realizado un importante esfuerzo para reducir su dependencia de los fondos públicos. Ello los ha llevado a emprender diversas estrategias dirigidas a la comercialización de sus productos y servicios para cubrir las demandas tanto de empresas e instituciones públicas como privadas. Hasta ahora el esfuerzo ha sido desigual si tomamos al conjunto de los CPI, sin embargo no hay duda de que se ha llegado a una mejor integración con el entorno local.

Los CPI que más se han destacado por la generación de recursos financieros a través de la venta de sus productos y servicios son la Corporation Mexicana de Investigación en Materiales (COMIMSA); el centro de

FIGURA 2. Localización de los CPI-CONACYT

información y documentación para la industria (INFOTEC) y el Centro de Investigación y Asistencia Técnica del Estado de Querétaro (CIATEQ) (Gráfica 1). Estos tres CPI dieron cuenta de aproximadamente el 38% del total de recursos generados por todos los CPI bajo la administración del CONACYT en 2006.



En el año 2006 los 27 CPI reportaron un total de 4,664 empleados dedicados a actividades de I+D. De éstos, 2,006 eran investigadores y 2,658 técnicos y personal de apoyo. Es pertinente comentar que estos centros no se dedican exclusivamente a la investigación, también están enfocados a la formación de recursos humanos a través de 80 programas que ofrecen posgrados a nivel de maestría y doctorado. En el año 2006 un total de 7,284 estudiantes estuvieron matriculados en estos programas, y ese mismo año 254 estudiantes de doctorado y 710 estudiantes de maestría obtuvieron su grado.

En lo que se refiere a la productividad científica, en 2006 los investigadores asociados a los centros CONACYT publicaron 1,554 artículos, 172

libros y 479 capítulos en libros. Al mismo tiempo, dentro de sus instalaciones se llevaron a cabo 3,583 proyectos de investigación relacionados con temas científicos y tecnológicos (Cuadro 3).

CUADRO 3. CPI-CONACYT: Indicadores seleccionados			
Concepto	1998	2001	2006
Estudiantes matriculados en programas de posgrado	6,248	7,102	7,284
Número de investigadores en el SNInv	628	815	1,184
Artículos publicados	1,123	1,027	1,554
Proyectos de investigación en CTI	2,134	2,687	3,583
FUENTE: CONACYT (2007b).			

La cooperación internacional desarrollada por estos centros también ha sido una parte importante de su actividad. Desde 2001 el número de acuerdos establecidos con universidades y CPI en el extranjero se ha duplicado cada año. Tan sólo en 2005 se firmaron 26 contratos de colaboración de tipo académico con universidades de Estados Unidos, Canadá, Reino Unido y España. Las principales áreas de conocimiento dentro de las cuales se han dado estas colaboraciones han sido las siguientes: física, matemáticas y ciencia de la Tierra con el 32%; ingeniería (22%); biotecnología y ciencias agropecuarias (16%); y biología y química con el 11%.

La mayoría de los investigadores adscritos a estos CPI trabajan fuera de la Ciudad de México, porque 21 de los 27 centros están localizados en 16 diferentes ciudades del país. Si se considera la localización de las instituciones afiliadas a estos centros, entonces se podría concluir que los centros CONACYT tienen presencia en 142 localidades, aparte de los que se ubican en la Ciudad de México (véanse Figura 2 y Cuadro 4).

2.1.2.2 Centros públicos de investigación administrados por secretarías de Estado²

Un segundo grupo de CPI está integrado por todas aquellas instituciones de investigación vinculadas administrativamente con las secretarías del gobierno federal. La mayoría de estos institutos fueron fundados durante el periodo de mayor expansión del sector público mexicano (1940-1980). El

2 Basado en información contenida en la página web de cada CPI, en CONACYT (2007b) y en FCCT (2006a).

CUADRO 4. CPI-CONACYT (sedes e instituciones afiliadas)		
Centros	Sedes ciudad/estado	Afiliadas ciudad/estado
Centros de investigación en ciencias exactas y naturales		
CIAD	Hermosillo / Sonora	Mazatlán / Sinaloa Culiacán / Sinaloa Guaymas / Sonora Cuauhtémoc / Chihuahua Delicias / Chihuahua
INAOE	Tonatzintla / Puebla	Cananea / Sonora
INECOL	Xalapa / Veracruz	Durango / Durango Patzcuaro / Michoacán Aldama / Chihuahua
CIMAV	Chihuahua / Chihuahua	No hay instituciones afiliadas
IPICT	San Luis Potosí / San Luis Potosí	No hay instituciones afiliadas
CIBNOR	La Paz / Baja California	Guerrero Negro / Baja California Sur Guaymas / Sonora Hermosillo / Sonora
CICESE	Ensenada / Baja California	La Paz / BCS Monterrey / Nuevo León * Ciudad de México / DF *Tijuana / Baja California
CICY	Mérida / Yucatán	Cancún / Quintana Roo *Ciudad de México / DF
CIMAT	Guanajuato / Guanajuato	Aguascalientes / Aguascalientes
CIO	León / Guanajuato	Aguascalientes / Aguascalientes
Centros de desarrollo tecnológico		
COMIMSA	Saltillo / Coahuila	Villahermosa / Tabasco Ciudad del Carmen / Campeche Monclova / Coahuila Ciudad de México / DF
CIATEC	León / Guanajuato	Guadalajara / Jalisco
CIDESI	Querétaro / Querétaro	San Luis Potosí / San Luis Potosí
CIATEJ	Guadalajara / Jalisco	Mérida / Yucatán *San Luis Potosí / San Luis Potosí
CIQA	Saltillo / Coahuila	*San Luis Potosí / San Luis Potosí
CIATEQ	Querétaro / Querétaro	El Marqués / Querétaro Aguascalientes / Aguascalientes *San Luis Potosí / San Luis Potosí *Villahermosa / Tabasco
CIDETEQ	Pedro Escobedo / Querétaro	No hay instituciones afiliadas

continúa en la página siguiente

Centros	Sedes ciudad/estado	Afiliadas ciudad/estado
Centros en ciencias sociales y humanidades		
EL COLEF	San Antonio del Mar / Baja California	Matamoros / Tamaulipas Ciudad Juárez / Chihuahua Nuevo Laredo / Tamaulipas Monterrey / Nuevo León *México / DF
COLMICH	Zamora / Michoacán	La Piedad, Michoacán
CIESAS	Ciudad de México / DF	Guadalajara / Jalisco Xalapa / Veracruz San Cristóbal de las Casas / Chiapas Oaxaca / Oaxaca Monterrey / Nuevo León Mérida / Yucatán
ECOSUR	Tapachula / Chiapas	Campeche / Campeche Chetumal / Q. Roo San Cristóbal de las Casas / Chiapas Villahermosa / Tabasco
CIDE	Ciudad de México / DF	No hay instituciones afiliadas
CENTRO GEO	Ciudad de México / DF	No hay instituciones afiliadas
COLSAN	San Luis Potosí / San Luis Potosí	No hay instituciones afiliadas
MORA	Ciudad de México / DF	No hay instituciones afiliadas
FIDERH	Ciudad de México / DF	No hay instituciones afiliadas
INFOTEC	Ciudad de México / DF	No hay instituciones afiliadas
*Sólo con oficinas de representación.		
FUENTE: CONACYT (2007b) y centros de investigación del CONACYT páginas web.		

objetivo inicial asignado a estas instituciones puede resumirse brevemente como sigue: proveer desarrollos tecnológicos a otras entidades públicas relacionadas con la producción de energía, el desarrollo agropecuario, el sector salud, el ambiente y los recursos naturales. El Cuadro 5 proporciona una lista de los CPI más importantes de este tipo.

Instituto Mexicano del Petróleo (IMP). Fue fundado en 1965 con el objetivo principal de llevar a cabo investigación y desarrollo tecnológico, así como proporcionar servicios tecnológicos especializados a Petróleos Mexicanos (Pemex) en el área de hidrocarburos y sus derivados. El IMP está organizado en cuatro sedes regionales. En 2007 contaba con 738 investigadores —además de los técnicos y empleados— enfocados a la investigación en nueve áreas tecnológicas relacionadas con: producción y

CUADRO 5. CPI bajo la administración de secretarías de Estado

Secretaría de Energía (SENER)	<ul style="list-style-type: none"> • Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) • Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) • Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ)
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)	<ul style="list-style-type: none"> • Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) • Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) • Colegio de Posgraduados (CP)
Secretaría de Salud (SSA)	<ul style="list-style-type: none"> • Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) • Instituto Nacional de Cardiología (INC) • Instituto de Pediatría (IP) • Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán (INNSZ) • Otros 16 institutos de investigación asociados al sector salud

recuperación de petróleo; corrosión de tuberías y materiales; exploración de yacimientos petroleros (incluye exploración en aguas profundas); ingeniería petrolera; aplicación de matemáticas; computación; y procesos de reacción. El IMP es la institución más patentadora del país, con cerca de 610 patentes nacionales, 60 patentes internacionales, 90 marcas registradas y 1,327 registros de derechos de propiedad. Si medimos la innovación por el número de patentes aplicadas, el IMP es la institución mexicana más innovadora. El IMP contaba en 2007 con 195 investigadores en el SNInv.

Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE). Fue fundado en 1975 con el objetivo de realizar investigación aplicada en el sector eléctrico, y particularmente para cubrir la demanda de tecnología de las dos empresas públicas del sector eléctrico (CFE y CLFC)³ así como del sector de energía. En 2007 había 517 investigadores distribuidos en cuatro áreas: desarrollo de energías alternativas; sistemas de control; sistemas eléctricos; y sistemas mecánicos (43 pertenecían al SNInv). La investigación desarrollada en el IIE ha tenido especial impacto en áreas tales como diseño, planeación y desarrollo de concreto polimérico, y combustibles basados en petróleo.

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ). Junto con la Comisión Nacional de Energía Nuclear, el ININ fue establecido en 1956 para dar impulso a la investigación nuclear en siete áreas primordiales: ciencias nucleares; tecnología de reactores nucleares; materiales nuclea-

3 Comisión Federal de Electricidad (CFE) y Compañía de Luz y Fuerza del Centro (CLFC).

res y seguridad nuclear; gestión de materiales radiactivos y desperdicios nucleares; radiología; protección ambiental; tratamiento radiológico, y aceleración de partículas nucleares. Los principales clientes del ININ son empresas públicas y privadas relacionadas con la energía y el sector salud, la planta núcleo-eléctrica de Laguna Verde en Veracruz, 130 hospitales y el Instituto Nacional de Salud Pública. En 2007 tenía 74 investigadores con membresía en el SNINV.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pesqueras (INIFAP). Fundado en 1985, como resultado de la fusión del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF) y el Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias (INIP). El INIFAP está organizado en ocho centros regionales, 81 campos experimentales y seis centros nacionales de investigación disciplinarios. Cuenta con 1,032 investigadores enfocados al mejoramiento y generación de diversas variedades de semillas y plantas. Su propósito es incrementar la producción del sector y reducir los costos de producción. Además de su trabajo en el sector agrícola y forestal, el INIFAP lleva a cabo investigaciones para desarrollar y mejorar tecnologías para la reproducción y mejora de la alimentación del sector ganadero, porcino y avícola. En 2007 tenía 176 investigadores con membresía en el SNINV.

Colegio de Posgraduados (CP). Establecido en 1959, esta institución desarrolla investigación y provee servicios relacionados con el sector forestal y agropecuario. El CP concentra sus esfuerzos en 17 especialidades, en las que anualmente se capacitan cerca de 1,200 estudiantes. En 2007 contaba con 291 doctores que tenían a cargo 188 proyectos de investigación financiados principalmente por el CONACYT, la Comisión Nacional del Agua, la Comisión Nacional de Zonas Áridas y la Comisión Nacional Forestal. De ellos, 207 eran miembros del SNINV.

El Instituto Mexicano para la Tecnología del Agua (IMTA). Fue fundado en 1986 como una organización pública autónoma dependiente de la entonces Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). El principal objetivo del IMTA es desarrollar tecnología y recursos humanos altamente calificados a fin de asegurar la utilización racional de los recursos hidrológicos de México. El instituto está organizado en cuatro áreas principales: tecnología hidráulica, tecnología hidrológica, calidad y tratamiento del agua, y tecnologías de irrigación y drenaje. En el año 2005 había 222 personas empleadas por el IMTA, de ellas, 57 tenían grado de doctor y 165 habían hecho estudios de maestría. En 2007 tenía 27 investigadores en el SNINV.

El Instituto Nacional de Salud Pública (INSP). Es un instituto académico y de investigación enfocado en la solución de problemas relevantes de salud pública, control y prevención de enfermedades, y en la formación y capacitación de profesionales de la salud con una orientación social. Los intereses de investigación del INSP están concentrados en 13 áreas, entre las cuales el cáncer cérvico-uterino, los problemas de nutrición, la diabetes melitos y el riesgo cardiovascular son las más importantes. En 2007, 87 investigadores tenían membresía en el SNINV.

El Instituto Nacional de Pediatría (INP). Fue fundado en 1976 y está dedicado principalmente a la asistencia médica y al entrenamiento de recursos humanos especializados en la asistencia pediátrica integral. En 2007 contaba con 128 investigadores, 34 de los cuales tenían membresía en el SNINV. En 2005 los investigadores del INP publicaron 103 artículos en revistas ISI.

El Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez (INC). Establecido en 1944, el INC operó inicialmente como un centro académico orientado a la difusión y la expansión del conocimiento científico relacionado con las disciplinas de la cardiología. Actualmente (2008) el instituto goza de un amplio reconocimiento nacional e internacional por la calidad de su enseñanza, su investigación y los servicios médicos que ofrece. En el año 2005 había 124 investigadores integrados en seis proyectos institucionales. En 2007, 70 de sus investigadores pertenecían al SNINV.

Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zumbirán (INNSZ). Este instituto inició sus operaciones en 1946 bajo el nombre de Hospital de Enfermedades de Nutrición, y su nombre actual le fue dado en 1978. Desde su creación, el INNSZ fue planeado como una institución médica modelo en la cual la atención a los problemas de la salud debería ser la base tanto de los problemas de educación como de investigación. Es actualmente uno de los más prestigiosos institutos mexicanos de investigación en temas vinculados con el cuidado de la salud y los servicios médicos. Las principales áreas a las que se dedica son: reproducción biológica, bioquímica, diabetes y educación de la salud, gastroenterología, genética, hematología, neurología, inmunología y nutrición comunitaria. El instituto ofrece 20 programas de posgrado. Tiene 176 especialistas que trabajan en sus diferentes áreas de investigación. Durante el periodo 1997-2000 sus investigadores publicaron 3,317 artículos obteniendo 13,817 citas, lo cual sitúa al INNSZ como una de las instituciones de investigación científica más prolíficas y de mayor impacto dentro del país.

2.1.2.3 Institutos y centros de investigación pertenecientes a las instituciones de educación superior⁴

Un tercer grupo de institutos y centros de investigación está formado por las principales instituciones de educación superior (IES): la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Centro de Investigación y Estudios Avanzados de IPN (CINVESTAV), la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) y el Instituto Politécnico Nacional (IPN). Estas cuatro instituciones dan cuenta de aproximadamente 50% de la producción científica nacional. Fuera de la Ciudad de México, la Universidad de Guadalajara (UDG) y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla son dos de las más grandes universidades en los estados, cuya contribución a la investigación y formación de recursos humanos ha sido también significativa. En lo que se refiere a las IES privadas, la institución con mayor presencia a nivel nacional es el Instituto Tecnológico de Monterrey (ITESM). Esta sección describe brevemente cada una de estas instituciones en lo que se refiere a su contribución a la investigación y la producción de conocimiento.

UNAM. Formalmente establecida en 1910, la UNAM es la más antigua, más grande y sin duda más importante universidad de México. La investigación en la UNAM está organizada en dos subsistemas: el de investigación de humanidades, y el de la investigación científica. Ambos subsistemas comprenden tanto centros como institutos de investigación distribuidos en todo el territorio nacional, aunque la mayoría de los centros e institutos aún están concentrados en el área metropolitana de la Ciudad de México.

El subsistema de investigación científica está integrado por nueve centros de investigación y 19 institutos. El subsistema de investigación de humanidades incluye cinco centros y nueve institutos de investigación. En el año 2007 los dos subsistemas emplearon a 2,337 investigadores y a 1,693 técnicos. En ese año, 3,163 investigadores (incluyendo al subsistema de investigación y a las facultades) tenían membresía en el SNINV. Su producción científica fue la siguiente: 3,084 artículos científicos, 1,283 reportes y anuarios, 397 libros y 948 capítulos en libros. La UNAM ocupaba el primer lugar en la producción científica nacional entre 2002 y 2006 (20,561 artículos en revistas ISI-Institute for Scientific Information) y en las citas, y el tercer lugar de acuerdo al factor impacto (CONACYT, 2007b).

4 Basado en información contenida en la página web de cada IES, en CONACYT (2007b) y en FCCT (2006a).

En 2005 los institutos y centros de investigación de la UNAM tenían en marcha 9,060 proyectos de investigación, de los cuales 34% estuvieron relacionados con ciencias naturales y matemáticas, 2.3% con ciencias agropecuarias, 10.2% con ciencias de la ingeniería y la tecnología, 8.8% con ciencias médicas y 44.5% con ciencias sociales y humanidades. La UNAM también se destaca como el principal centro académico para la capacitación de recursos humanos de posgrado. Durante el año escolar 2006-2007, cerca de 21,000 estudiantes estuvieron matriculados en sus diferentes programas y disciplinas: 17% en programas de doctorado, 34.5% en programas de maestría y 48.5% en diversas especialidades.

CINVESTAV. Fue fundado en 1961. Este centro mantiene fuertes vinculaciones con el IPN, aunque es un centro independiente. Su objetivo general es la formación de recursos humanos altamente calificados orientados tanto a la investigación como a la enseñanza. El *CINVESTAV* está integrado por 28 departamentos académicos organizados en nueve centros, dos de los cuales están en Ciudad de México, mientras que los otros siete se localizan en diferentes estados (Irapuato-Guanajuato, Guadalajara-Jalisco, Monterrey-Nuevo León, Mérida-Yucatán, Ciudad Victoria-Tamaulipas, Querétaro-Querétaro, Saltillo-Coahuila). El *CINVESTAV* ofrece varios programas de posgrado a nivel de maestría y doctorado, la mayoría de ellos con alto reconocimiento nacional.

En 2005 el total de investigadores (titulares y asistentes) empleados en el *CINVESTAV* fue de 549, de los cuales 533 pertenecían al *SNIN* (en 2007 aumentó a 573), y su producción científica ascendió a 904 artículos publicados en revistas internacionales. El *CINVESTAV* ocupaba el segundo lugar en la producción científica nacional durante 2002-2006 (5,468 artículos en revistas *ISI*) y en las citas, y el primer lugar de acuerdo al factor impacto (*CONACYT*, 2007b). Es la institución académica nacional líder en lo que se refiere a patentamiento y transferencia de tecnología hacia el sector privado, posee 105 patentes nacionales y 52 internacionales. Además 30 tecnologías desarrolladas por investigadores del *CINVESTAV* han sido transferidas al sector productivo. Tiene también una amplia tradición de colaboración con otras instituciones académicas nacionales e internacionales. Desde que fue fundado, el *CINVESTAV* ha firmado 565 acuerdos de colaboración con diferentes universidades en los Estados Unidos, 109 con Alemania, 92 con Francia, 65 con el Reino Unido, 101 con Italia, y 603 con otras instituciones mexicanas. El papel del *CINVESTAV* en la educación y entrenamiento de recursos humanos ha sido también muy relevante. En el año 2005, 3,500 estudiantes estuvieron

matriculados en programas de maestría y doctorado, y hospedó a 1,000 estudiantes provenientes de otras universidades.

IPN. Fundado en 1936, el Instituto Politécnico Nacional está fuertemente orientado a la investigación tecnológica, aunque su excelencia en algunas áreas científicas ha sido también reconocida. La investigación en el IPN está concentrada en 19 centros localizados en todo el país. En el año 2007, 1,579 investigadores estuvieron a cargo de 436 proyectos de investigación (539 pertenecían al SNINy). El IPN ocupaba el cuarto lugar en la producción científica nacional durante 2002-2006 (3,561 artículos en revistas ISI), el sexto en las citas y el doceavo de acuerdo al factor impacto (CONACYT, 2007b). En el periodo 1997-2006 sus investigadores publicaron 5,536 artículos científicos en revistas internacionales. El IPN ofrece 90 programas de posgrado (21.6 % de doctorado, 47.7% de maestría y 20.7% en especialidades). Un total de 5,199 estudiantes estuvieron matriculados en estos programas durante el año escolar 2006-2007.

UAM. Fundada en 1974, la UAM es una de las universidades públicas más jóvenes en México. A pesar de que desarrollaba sus actividades académicas en sólo cuatro campus localizados en la Ciudad de México (el quinto campus fue creado en 2009), si consideramos el número de estudiantes, sus investigadores y producción científica, la UAM se ha convertido en la tercera universidad más grande del país, sólo después de la UNAM y el IPN. La relevancia de esta institución en la formación de recursos humanos y en las actividades de investigación es reconocida a nivel nacional, y algunos departamentos y áreas de investigación han ganado también reconocimiento internacional. La UAM no cuenta con centros o institutos de investigación, ya que se ha organizado en departamentos y áreas de investigación. Cada departamento cuenta con varias áreas de investigación y cada área cuenta con un equipo de investigadores que comparten líneas de investigación similares, objetivos comunes y proyectos. En 2007 contaba con 47 departamentos, 170 áreas de investigación y 3,413 académicos, de los cuales 2,193 eran investigadores de tiempo completo (738 pertenecían al SNINy). La UAM ocupaba el sexto lugar en la producción científica nacional en 2002-2006 (3,263 artículos en revistas ISI), el quinto en las citas y el octavo de acuerdo al factor impacto (CONACYT, 2007b). En el año 2007 la UAM matriculó 46 mil estudiantes en sus 70 programas de licenciatura, mientras que la matrícula de estudiantes de posgrado alcanzó la cifra de 2,617 en sus 21 programas de doctorado, maestría y especialidades.

BUAP. Aunque los orígenes de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla pueden rastrearse desde siglos atrás, ella fue formalmente establecida en 1937. Tanto por su contribución a la investigación como por la formación de capital humano, en la actualidad la BUAP es una de las más importantes universidades fuera de la Ciudad de México. Las actividades de investigación en la BUAP tienen lugar en ocho centros de investigación, cuatro institutos, dos departamentos y cuatro departamentos especializados. En 2007 el personal total dedicado a actividades de C&T era de 1,914 personas, de ellas 331 tienen el grado de doctor y 970 el grado de maestros. Contaba con 534 investigadores, de los cuales 290 pertenecen al SNINV. La BUAP ofrece 58 programas de posgrado, 15.4% de doctorado, 59% de maestría y 25.6% de especialidades. Durante el año académico 2006-2007 tenía más de 306 proyectos de investigación vigentes y 246 acuerdos de colaboración con instituciones nacionales e internacionales. La BUAP ocupaba el noveno lugar en la producción científica nacional durante 2002-2006 (1,597 artículos en revistas ISI), en las citas y de acuerdo al factor impacto (CONACYT, 2007b).

Universidad de Guadalajara (UDG). Fundada en 1925, esta universidad se ha convertido en la cuarta más grande del país. Localizada en la zona metropolitana de la Ciudad de Guadalajara, durante la última década ha venido desarrollando importantes vinculaciones con el sector productivo, particularmente con la industria electrónica y del software, la cual ha experimentado un gran dinamismo. La UDG ofrece un total de 147 programas de posgrado (16.4% en doctorado, 45.6% en maestría y 38.1% en especialidades). Las actividades de investigación en la UDG tienen lugar en sus centros universitarios, los cuales están clasificados en dos tipos: seis de ellos son temáticos o disciplinarios y se localizan en la zona metropolitana de Guadalajara, otros seis son centros regionales y están situados estratégicamente en algunas regiones del estado de Jalisco. En 2006 la UDG contaba con 2,918 académicos de tiempo completo, de los cuales 447 eran miembros del SNINV (en 2007 ascendieron a 465). El mismo año, 810 acuerdos de colaboración estaban vigentes (324 con instituciones nacionales y 486 con organismos e instituciones internacionales). Durante el periodo 1997-2006 los investigadores de la UDG publicaron 1,999 artículos en revistas internacionales. Ocupaba el décimo lugar en la producción científica nacional en 2002-2006 (1,229 artículos en revistas ISI) y en el factor de impacto, y el noveno en las citas (CONACYT, 2007b).

Instituto de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). En 1943 un prominente empresario de la industriosa ciudad de Monterrey fundó el

ITESM, la IES privada más importante en México, de acuerdo al número de profesores y estudiantes y a su proyección nacional. En el año 2007 un total de 55,311 estudiantes estaban registrados en sus 33 campus localizados en 21 estados de México. El ITESM capacita recursos humanos en 44 programas de licenciatura; tiene cerca de 11 mil estudiantes de posgrado en 53 programas de maestría y nueve de doctorado. En el año 2007 el personal total de tiempo completo dedicado a la enseñanza e investigación sumaba 2,787, de los cuales 235 tenían membresía en el SNIIV. El ITESM no figura en el listado de las 12 instituciones con mayor producción científica del país (CONACYT, 2007b).

2.1.3 El sistema mexicano de instituciones de educación superior

La misión de las universidades mexicanas es doble. Por un lado, son las principales responsables de generar recursos humanos altamente calificados para apoyar el desarrollo económico y social del país. Por el otro, constituyen los principales centros de producción de conocimiento científico y conocimiento aplicable con propósitos productivos y de innovación (Corona Alcantar, 2006). Las IES están también fuertemente orientadas hacia la preservación y difusión del conocimiento y la cultura.

El sistema de educación superior en México se creó y se consolidó durante el llamado periodo de sustitución de importaciones. Las principales universidades públicas y privadas, tales como la UNAM, el IP, el ITESM y la UAM, así como numerosas universidades estatales, se establecieron entre 1930 y 1980, periodo que se corresponde con el más rápido y prolongado crecimiento económico experimentado por México. El número de IES pasó de 26 a 84 entre 1950 y 1980 (Corona Alcantar, 2006).

Este sistema es fundamental para el funcionamiento del SNI en México. De hecho, una proporción sustancial de los recursos destinados a CTI se asigna cada año al sistema de educación superior y particularmente a las universidades públicas. En México la mayor parte de los recursos gastados por las universidades (75%) provienen de fondos públicos, el resto son recursos propios o apoyos de organizaciones no gubernamentales sin fines de lucro. Sin embargo, es importante destacar que en los últimos años, como ha estado sucediendo también en otros países, las universidades privadas han estado incrementando de manera importante los fondos para la formación de recursos humanos y capacitación (Corona Alcantar, 2006; FCCT, 2006a).

El sistema mexicano de educación superior está integrado por universidades, institutos tecnológicos, instituciones educativas estatales y las escuelas normales. En 2005 se tenían registradas oficialmente 2,807 IES en México, 40% públicas y 60% privadas (Cuadro 6). Aunque las IES privadas superan en número a las públicas, si se considera la cantidad de estudiantes matriculados en educación terciaria (licenciatura y posgrado) y el volumen de profesores e investigadores, las IES públicas aún se mantienen como el subconjunto más importante del sistema de educación superior en México. En 2006 éstas concentraron cerca del 68% del total de estudiantes de licenciatura y 58% del total de estudiantes matriculados en los posgrados de todo el país.

Sin embargo, existe una clara tendencia hacia el incremento en la participación de las IES privadas respecto del total de estudiantes en licenciatura. Mientras que en 1990 las privadas sólo tenían el 18.5% de los estudiantes matriculados, en 2006 el porcentaje se había elevado a 32%. Esto revela la falta de inversión pública en educación superior en relación con la creciente demanda, sobre todo a nivel de la licenciatura. Aquí se presenta un riesgo eminente, ya que una parte importante de las universidades privadas que surgieron durante los últimos 15 años no cuentan con la infraestructura educativa adecuada ni con la calidad de enseñanza necesaria.

CUADRO 6: Instituciones de educación superior en México			
Públicas		Privadas	
Universidades	355	Universidades	550
Institutos	362	Institutos	445
Centros	118	Centros	424
Escuelas normales	247	Escuelas	223
Colegios	21	Colegios	60
Total de instituciones públicas	1,103	Total de instituciones privadas	1,702
Total: 2,807			

FUENTE: ANUIES (2007).

Existe una amplia oferta de estudios de posgrado en todo el país. La Figura 3 ilustra el número de IES con estudios de posgrado en cada entidad federativa.

El Cuadro 7 muestra la estructura de estudiantes graduados en México por campo de conocimiento y por nivel de estudios. Los datos revelan una serie de características del sistema de educación superior en México que merecen ser resaltadas.

FIGURA 3. Instituciones de educación superior con programas de posgrado

FUENTE: CONACYT, página web, 2008.

CUADRO 7. Estudiantes graduados por campo de conocimiento, 1997-2006
(Participación porcentual en el total de estudiantes graduados)

	Licenciatura			Posgrado		
	1997	2001	2006	1997	2001	2006
Ciencias agropecuarias	2.6	2.3	2.2	3.1	2.4	2.2
Ciencias naturales y exactas	1.6	1.7	1.9	5.1	3.0	3.1
Ciencias médicas	9.0	9.4	8.6	16.2	10.3	10.7
Ingeniería y tecnología	27.7	28.7	33.4	12.6	13.6	13.7
Ciencias sociales	56.2	53.7	48.0	42.4	50.2	50.2
Educación y humanidades	2.8	4.3	5.8	20.6	20.5	20.1
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

FUENTE: Elaborado con base en CONACYT (2007b).

1. En el nivel de licenciatura existe un claro predominio de estudiantes graduados en ciencias sociales (48%) y en los campos de la ingeniería y la tecnología (33.4%).
2. En el nivel de posgrado también hay un predominio de graduados en ciencias sociales (50.2%), sin embargo aquí el segundo lugar en importancia es ocupado por el campo de la educación y las humanidades (20%).
3. Las ciencias agropecuarias no sólo participan con los porcentajes más bajos de graduados, sino que además hay una clara tendencia a reducir su participación. Esto puede ser el resultado de la falta de oportunidades de trabajo, que es particularmente grave en este sector, ya que por décadas ha experimentado un bajo crecimiento en la inversión y la producción.
4. Los porcentajes de estudiantes graduados en ciencias naturales y en ciencias exactas muestran también una tendencia a su disminución, tanto a nivel de maestría como a nivel de posgrado. Ello a pesar del esfuerzo nacional para apoyar la formación de recursos humanos en este sector.

2.1.4 Empresas del sector privado

Las empresas son los agentes clave de un SNI, en la medida en que son las que desarrollan los procesos de innovación. Los otros agentes del SNI pueden contribuir significativamente a la generación de capacidades de innovación proveyendo capital humano y conocimiento útil, pero el proceso de innovación se lleva a cabo principalmente al interior de las empresas. A lo largo de las últimas décadas la capacidad de innovación de las empresas mexicanas ha sido un eslabón débil del SNI. Recientemente se observa un cambio en esta tendencia, ya que ha habido un incremento importante del gasto en I+D de las empresas, que pasó de representar el 14.3% del gasto nacional en I+D en 1993, al 41% en 2005. Hay que notar que estos porcentajes son aún menores a los estándares internacionales (Corea, 75%; China, 69%; Canadá, 49%; USA, 60%), y en general los montos son bajos ya que el gasto nacional en I+D como porcentaje del PIB es solamente del 0.46% (véase Sección 2.3).

La limitada formación de capacidades tecnológicas que caracteriza a la mayoría de las empresas mexicanas resulta evidente cuando se analiza la información proporcionada por la Encuesta Nacional de Innovación de 2001 (ENI, 2001) y la sección sobre innovación de la Encuesta Sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET, 2006).⁵ De acuerdo con la ESIDET de 2006, únicamente 23% de un total de 16,398 empresas manifestó haber introducido alguna innovación de producto o de proceso. Las encuestas también arrojan evidencia sobre los gastos en I+D de las empresas innovadoras. En 2001 éstos representaron el 8.6% del total de su inversión en actividades de innovación, mientras que los destinados a la adquisición de maquinaria y equipo absorbieron el 66.5%. En la ESIDET de 2006, sólo cinco años más tarde, la estructura de gastos de estas empresas había cambiado dramáticamente, no solamente se había reducido al 39.7% lo que las empresas invertían en la adquisición de maquinaria y equipo, sino que, lo más sorprendente, sus gastos en I+D habían aumentado a 42.5% (Cuadro 8).

Las cifras proporcionadas por las encuestas deben tomarse con cautela, sobre todo porque, paradójicamente, a pesar del enorme cambio en la reorientación de los gastos de las empresas hacia las actividades de I+D, esto no se ve reflejado en un incremento en el patentamiento de las

5 Ambas encuestas se basaron en la metodología propuesta en el Manual de Oslo. La ESIDET (2006) expandida corresponde a un total de 16,398 empresas distribuidas en todos los sectores y en todos los estados.

CUADRO 8. Gastos de las empresas en actividades de innovación (porcentajes)		
	2001	2006
Adquisición de maquinaria y equipo relacionada con innovaciones en productos y procesos	66.5	39.7
Adquisición de otras tecnologías relacionadas con la innovación en productos y procesos	7.6	8.9
Gastos en diseño industrial y otros gastos necesarios para iniciar la producción de nuevos productos o productos mejorados	8.4	3.6
Programas de capacitación vinculados con actividades de innovación	2.8	2.8
Gastos en marketing vinculados con actividades de innovación	6.9	2.5
Gastos en I+D	8.6	42.5
Total	100.0	100.0

FUENTE: ENI (2001) y ESIDET (2006).

empresas. Si bien esto no necesariamente debiera ser un resultado automático, sobre todo en tan breve periodo, es un foco de atención (véase Sección 2.4.2). Suponiendo que los datos sean correctos, una posible respuesta a esta paradoja podría estar relacionada con dos hechos estilizados. Aunque las empresas están gastando relativamente más en I+D en relación a 2001, la cantidad de recursos financieros invertidos en esta actividad sigue siendo todavía muy reducida como para esperar importantes cambios en sus capacidades de innovación. Debe tenerse en cuenta que en 2005 los gastos de las empresas mexicanas en I+D como porcentaje del PIB no fue mayor al 0.25%, mientras que el sector industrial de Corea invirtió 2.3%, Alemania 1.7%, y España 0.6% (OCDE, 2007/2). Por otra parte, el cambio en la estructura de gastos de las empresas es muy reciente como para esperar resultados en el corto plazo.

Otro elemento que podría estar jugando en contra de un aumento en las capacidades de innovación de las empresas privadas nacionales es el hecho de que la inversión doméstica en I+D está fuertemente concentrada en un puñado de grandes empresas nacionales y multinacionales, lo cual sin duda reduce el impacto en la medida que las derramas de conocimiento se limitan a este reducido núcleo. Además, los patrones de innovación están mucho más orientados a la adaptación local de tecnologías extranjeras que a la creación de tecnologías nativas, y los vínculos entre las empresas y otros agentes dentro del SNI son limitados en número y alcance (véase Sección 8.1). Por otra parte, la infraestructura de las

empresas para la innovación está pobremente desarrollada, y su *stock* de capital humano en I+D sigue siendo insignificante, no se ha conformado una masa crítica, sobre todo cuando se compara con sus competidores internacionales. Por ejemplo, según la ESIDET (2006), sólo 16% de un total de 4,194 empresas realizaron innovaciones relacionadas con nuevas tecnologías, mientras que el 17% realizó innovaciones en nuevos procesos y el 26% introdujo mejoras en el uso de nuevos materiales. El porcentaje restante se distribuyó entre innovaciones de software, organizacionales y materiales intermedios (Anexo 3).

En suma, la encuesta parece confirmar que las innovaciones radicales en proceso y producto desarrolladas por las empresas son muy reducidas, las innovaciones son más bien incrementales, no presentan novedad significativa y son tecnológicamente simples. Entre 2004 y 2005 el total de ingresos obtenidos por las empresas atribuibles a nuevos productos representó el 32%, mientras que los productos mejorados contribuyeron con el 36.4%, y los productos sin ninguna alteración con el 31.8% (Cuadro 9).

CUADRO 9. Participación en los ingresos totales de las empresas por tipo de innovación en el producto y por tamaño de empresa, 2006 (porcentajes)

Tamaño de empresa (empleados)	Tipo de productos			Total %
	Nuevos productos	Productos mejorados	Productos sin ninguna mejora	
50 a 100	17.54	30.39	52.06	100.00
101 a 250	36.47	27.24	36.30	100.00
251 a 500	20.48	26.12	53.39	100.00
501 a 750	25.89	14.97	59.13	100.00
751 y más	34.66	42.71	22.63	100.00
Total	31.76	36.44	31.81	100.00

FUENTE: ESIDET (2006).

Como se ha enfatizado, la infraestructura de innovación es precaria, muy pocas empresas han establecido departamentos formales de I+D (10%), o unidades de ingeniería (13.5%). Mientras que los recursos humanos empleados en I+D representan únicamente 1.4% del personal total de las empresas con departamentos de I+D formalmente establecidos, las empresas que cuentan con departamentos de ingeniería emplean solamente el 1.7% de su personal total en estos departamentos.

2.1.5 Instituciones intermediarias

Las instituciones de apoyo, intermediarias o puente son todas aquellas instituciones u organizaciones públicas y privadas que actúan facilitando las actividades de innovación dentro del SNI. Estas instituciones tienen la función de proveer información científica y tecnológica, así como facilitar los flujos de información y la colaboración entre los distintos agentes del SNI. Algunas de estas instituciones incluso desempeñan funciones más sofisticadas, tales como el financiamiento de la I+D. Las instituciones mexicanas que realizan estas actividades se pueden clasificar en dos categorías: las que proporcionan incentivos financieros, y las que ofrecen información científico-tecnológica.⁶

Instituciones que proporcionan incentivos financieros. Apoyan el crecimiento de las capacidades productivas y de innovación de las empresas a través de créditos para asistencia técnica, la modernización tecnológica, la exportación, la formación de cadenas productivas y los derechos de propiedad intelectual. En México las instituciones más relevantes en este conjunto son NAFIN, Bancomex, el IMPI, la SHCP y la Secretaría de Economía.

Instituciones que ofrecen asesoría e información científico-tecnológica. El propósito de estas instituciones, conocidas también como instituciones puente, es contribuir a la reducción de los costos de información y la incertidumbre que se deriva del poco conocimiento que existe entre los distintos agentes del SNI. Para lograr este objetivo, estas instituciones apoyan al sector de empresas privadas y públicas en el uso y administración de procesos de certificación, estandarización de procesos y normas, así como en el establecimiento de programas de capacitación. Al mismo tiempo actúan como asesoras en la toma de decisiones y facilitan la adquisición de información relevante para desarrollar actividades de innovación. También contribuyen a la colaboración entre otros agentes, sirviendo como elementos de enlace. Aunque estas instituciones están poco desarrolladas en México, entre las pocas que realizan estas funciones existen algunos ejemplos que deben destacarse por su labor exitosa: INFOTEC, NORMEX, CENAM, IMNC, FUNDATEC, FUMEC, ADIAT, el FCCT, las comisiones de C&T del Congreso, RNGCI y RENACECYT.

6 Casalet (2000) las clasifica en cuatro grupos, que incluyen a las instituciones que realizan I+D, como los CPI.

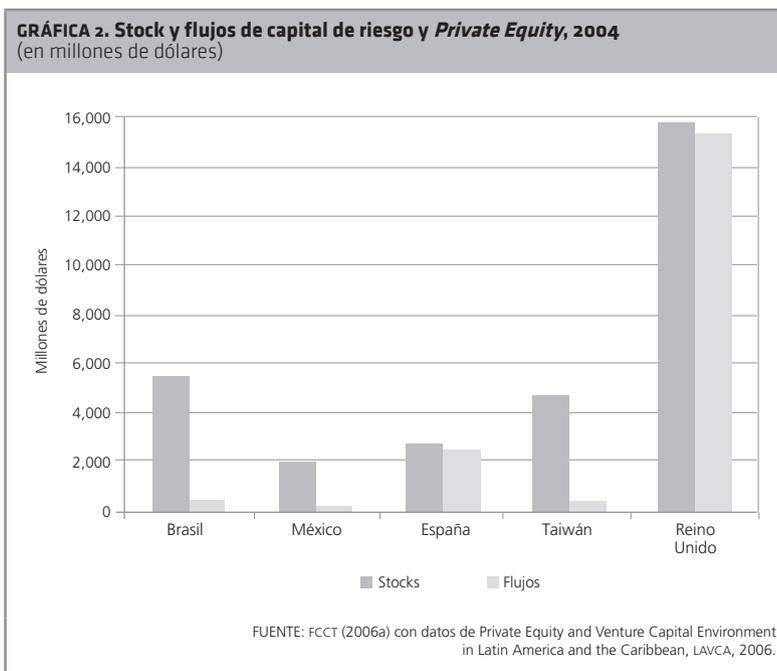
2.1.6 El sistema financiero

La innovación es por naturaleza costosa y azarosa. Dado que las actividades de innovación generalmente tienen lugar en ambientes evolutivos caracterizados por el cambio constante con alta incertidumbre, los beneficios esperados de estas inversiones son difícilmente predecibles. Además, por la naturaleza del conocimiento incorporado en las innovaciones, la apropiabilidad de los beneficios derivados de las innovaciones es incompleta. Estas características de la innovación pueden inhibir a las empresas y a otros agentes a tomar riesgos de inversión en actividades de innovación, y de hecho eso ocurre con frecuencia, produciendo un nivel inadecuado de inversión en I+D respecto de lo que sería socialmente deseable (véase Sección 1.3).

Para mitigar las fallas de mercado asociadas a la innovación referidas en el párrafo anterior, y otras analizadas en la Sección 9.1, se han desarrollado instituciones especializadas dentro del SNI. Su propósito es financiar las actividades de innovación, particularmente en las fases más tempranas de su desarrollo, esto es, cuando los costos y la incertidumbre son más altos y, por tanto, cuando la disponibilidad de los agentes a asumir riesgos es más baja. El nacimiento de estas instituciones en países desarrollados ha contribuido a generar un mercado de capital de riesgo muy dinámico. En contraste, en países en desarrollo como México, el mercado de capital de riesgo (*venture capital markets*) no existe o está muy poco desarrollado.

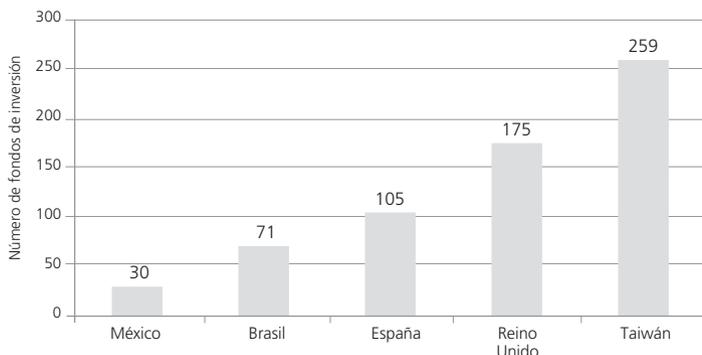
El número de instituciones que financian capital de riesgo en México es reducido, y el volumen de recursos de que disponen para financiar actividades de innovación es pequeño como para esperar un impacto real. Mientras en México la participación del crédito bancario para financiar el desarrollo de las empresas ha oscilado en las últimas décadas alrededor del 20% como porcentaje del PIB, en Argentina se ha situado en el 24%, en Brasil en 34.2% y en Chile en 64.4%. Si se compara a México con sus principales socios comerciales la brecha es todavía más significativa. En Canadá el porcentaje de créditos es de 88% y en Estados Unidos de 71.2% (FCCT, 2006a). Más aun, en México sólo alrededor de 30 fondos de inversión operan bajo programas de capital de riesgo o *Private Equity*, mientras que en Brasil y Taiwán el número de fondos de este tipo que se registraron en 2004 fue de 71 y 259 respectivamente. Como se puede apreciar en las gráficas 2 y 3, México es el país que exhibe el nivel más bajo en el *stock* de capital de riesgo y *Private Equity* de la muestra de países seleccionados.

Por tanto, para el SNI mexicano la casi total ausencia de instituciones orientadas al financiamiento de la innovación y la falta de un ambiente adecuado que favorezca el surgimiento de mercados de riesgo (capital de riesgo y *Private Equity*) representa una de sus principales debilidades, y sin duda esto ha obstaculizado de manera importante el crecimiento de las capacidades de innovación de las empresas.



El análisis de los datos proporcionados por ESIDET (2006) refuerza la conclusión general de esta sección, en el sentido de que en México los recursos financieros asignados a la innovación son muy escasos, y en todo caso no son proporcionados por las instituciones financieras privadas. Por el contrario, son principalmente financiados con recursos de las propias empresas y sus proveedores y clientes (64%) y por instituciones que administran fondos públicos (19%), mientras que el sistema financiero sólo contribuye con el 15%. Estos datos también confirman el hecho de que el sistema financiero privado no está cumpliendo con su función en el SNI mexicano, por lo que las oportunidades de mejora en este renglón son muy altas.

GRÁFICA 3. *Private Equity* y capital de riesgo
(número de fondos de inversión en países seleccionados)



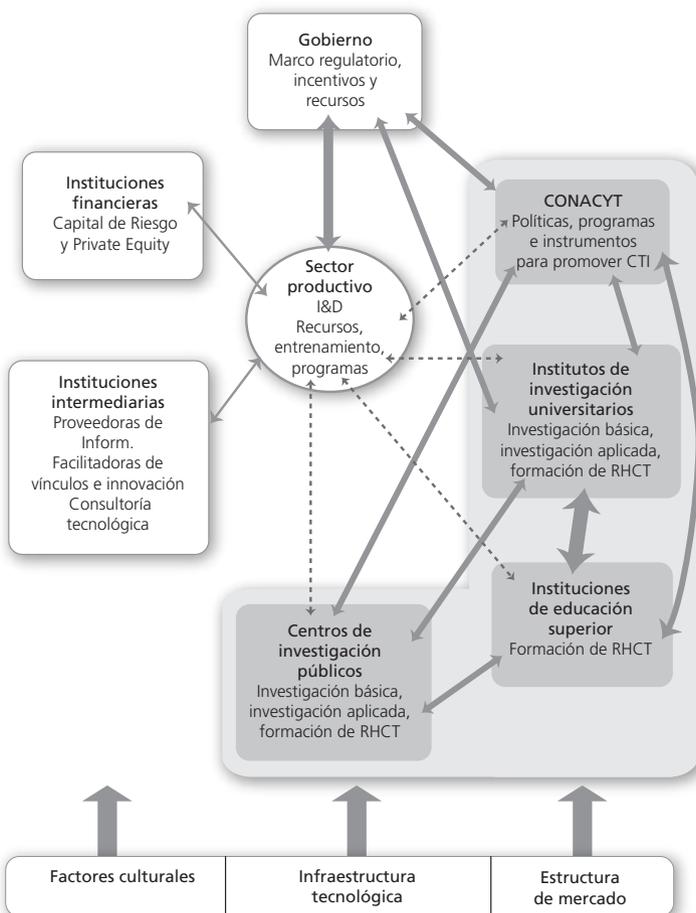
FUENTE: FCCT (2006a) con datos de *Private Equity and Venture Capital Environment in Latin America and The Caribbean, LAVCA, 2006.*

2.2 Principales interacciones entre los agentes

La esencia de un SNI radica en la existencia de una extensa red de canales de interacción entre los diferentes agentes. Esta red constituye la infraestructura a través de la cual se comparte información y conocimiento, y se fortalecen los procesos de aprendizaje de y entre los diferentes agentes. Si no se construyen canales y vínculos fuertes, densos y regulares, los agentes individuales (empresas, investigadores, etc.), las instituciones (IES y CPI) y el sistema en su conjunto no se desarrollan, y las empresas no consolidan capacidades de innovación. Esto impacta negativamente en el desempeño innovativo y competitivo de las empresas y de las economías.

El SNI mexicano presenta dos características centrales en relación con las interacciones. Primero: el sector productivo actúa prácticamente como un agente aislado dentro del sistema. Si bien mantiene fuertes interacciones con el gobierno —que resultan principalmente de la política macroeconómica y de algunos incentivos industriales derivados de las regulaciones del gobierno—, hay una clara ausencia de vínculos regulares con otros agentes económicos y sociales. La Figura 4 ilustra que no hay vínculos fuertes, densos y regulares con instituciones financieras e intermedias. Tampoco hay vínculos fuertes con las insti-

FIGURA 4. Sistema de innovación mexicano. Principales agentes y vinculaciones



NOTA: El grueso de las líneas indica la relevancia de los vínculos de colaboración. Las líneas punteadas señalan que los vínculos son irregulares y débiles. El área sombreada incluye sólo el subconjunto de agentes con vinculaciones fuertes y relevantes para el SNI en México. El sector productivo aún está fuera de esta área. Las IES realizan dos actividades críticas: investigación y formación de recursos humanos en ciencia y tecnología (RHCT). Aunque las IES son una unidad orgánica, en la figura se separaron estas dos funciones para una mejor identificación de las mismas.

tuciones que generan conocimiento (IES y CPI). La debilidad de estos vínculos es un factor fundamental para explicar el lento desarrollo de las capacidades de innovación nacionales. Segundo: la mayoría de las interacciones tienen lugar entre instituciones públicas. El área som-

breada de la Figura 4 ilustra esta situación. La densidad de los canales e interacciones tiene lugar entre CONACYT-IES públicas, CONACYT-CPI, y entre IES públicas-CPI. Esta configuración se ha construido a lo largo de los años, a partir de una política de CTI basada en una concepción lineal del proceso de innovación (véase Sección 3.1), donde la producción y transferencia de conocimiento desde las IES y los CPI estaban en el centro del SNI.

La sección de innovación de la Encuesta Sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET, 2006) también contiene información que pone de manifiesto las limitadas vinculaciones que las empresas mexicanas han establecido con otros agentes del SNI, y particularmente con las IES y CPI. La encuesta también muestra que la falta de interacciones entre las empresas y las universidades es todavía más grave en el ámbito de las empresas nacionales. Aunque las interacciones entre las universidades y las empresas extranjeras también son poco significativas, es posible observar cierto nivel de colaboración con los grupos corporativos a los que pertenecen (FCCT, 2006a: p. 39). Las relaciones empresa-empresa también son escasas (8.2%), ello es evidente cuando se analizan los productos nuevos o mejorados que han sido introducidos al mercado. Como se puede deducir del Cuadro 10, mientras que 85% de los productos y procesos introducidos en el mercado fueron desarrollados por las propias empresas, sólo el 17% restante resultó de algún tipo de colaboración con otros agentes. Las IES, por ejemplo, sólo colaboraron con 1.8% de las empresas que manifestaron haber realizado alguna innovación de proceso, y con 2.6% de aquellas que introdujeron alguna innovación en productos o servicios.

Algunas organizaciones empresariales, como FUNTEC (2005), han señalado que la ausencia de fuertes vínculos entre la academia y el sector privado tiene su explicación en la existencia de importantes diferencias entre los programas de investigación que dominan la agenda de las universidades y las demandas de las empresas. Desde el punto de vista de estas organizaciones empresariales, el tipo de investigación que se realiza en la mayoría de las universidades está demasiado orientado a la ciencia básica, de manera que difícilmente responde a los problemas prácticos que enfrentan las empresas (FCCT, 2006a, p. 32).

Un estudio realizado por FUNTEC en 2005 encontró que al presentar una lista de productos de investigación desarrollados en la UNAM a representantes de 145 cámaras industriales y asociaciones empresariales, sólo dos empresas se interesaron en algunos de esos productos. Sin embargo,

CUADRO 10. Proyectos de innovación desarrollados por las empresas en colaboración con otras instituciones, 2006 (porcentaje de empresas que colaboraron)		
Agentes con los que colaboraron las empresas	Innovación de procesos	Innovación en productos y servicios
Las empresas sin ninguna colaboración	85.2	83.0
En colaboración con instituciones de investigación no lucrativas	4.7	2.7
En colaboración con IES	1.8	2.6
En colaboración con otras empresas	8.2	8.9
Desarrollados por institutos de investigación públicos o privados	0.1	1.3
Desarrollados por IES	0.0	0.7
Otros	0.1	0.7
Total	100.0	100.0

FUENTE: ESIDET (2006).

el problema también puede considerarse desde otro ángulo. Por ejemplo, el hecho de que las empresas no muestran interés por innovaciones potenciales podría deberse a que son adversas al riesgo que implica la innovación, o simplemente no tienen una cultura innovadora. Diversos estudios han resaltado la presencia de otros factores que estarían obstaculizando la formación de lazos de colaboración universidad-industria, por ejemplo la falta de un sistema de incentivos adecuado que estimule la vinculación de empresarios e investigadores, la ausencia de una infraestructura apropiada para establecer acuerdos de colaboración, la falta de confianza mutua y el desconocimiento recíproco de sus capacidades sobre lo que ofertan y demandan.

La Figura 4 ilustra la composición de los principales agentes y vinculaciones dentro del SNI mexicano, el Cuadro 11 describe organizaciones y agentes individuales del SNI, el Cuadro 12 pasa revista al tipo de asociaciones, corporaciones, grupos y agentes individuales que influyen sobre los tomadores de decisiones en temas de CTI en México; y finalmente el Cuadro 13 lista las instituciones que actúan como agentes específicos.

CUADRO 11. SNI: organizaciones y agentes individuales

Principales sectores	Principales organizaciones	Principales agentes individuales
Sector académico	<ul style="list-style-type: none"> • IES públicas y privadas • Centros públicos de investigación administrados por el CONACYT • Entidades públicas con fuerte orientación hacia CTI • Organismos descentralizados con fuerte orientación hacia CTI 	<ul style="list-style-type: none"> • Científicos • Tecnólogos • Rectores y directores de las IES • Directores de los CPI • Directores de las entidades públicas descentralizadas
Sector privado	<ul style="list-style-type: none"> • Empresas privadas nacionales: grandes, medianas y pymes • Empresas públicas • Empresas y organizaciones multinacionales • Comunidades 	<ul style="list-style-type: none"> • Directores de I+D • Emprendedores • Cooperativas y productores comunales • Investigadores orientados a la investigación aplicada • Tecnólogos • Innovadores
Gobierno	<ul style="list-style-type: none"> • CONACYT • Consejos estatales de C&T • Secretarías de Estado y subsecretarías federales y en los estados • Entidades públicas federales y estatales 	<ul style="list-style-type: none"> • Directores y formuladores de políticas relacionados con políticas de CTI • Otros directores y servidores públicos en áreas de gobierno relacionadas con actividades de CTI

CUADRO 12. Asociaciones, corporaciones, grupos y agentes individuales que influyen sobre los tomadores de decisiones en temas de CTI

Sector académico	Sector privado	Gobierno
<ul style="list-style-type: none"> • Asociaciones de IES • Asociaciones de CPI • Sociedades científicas • Sociedades académicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Asociación de directores de I+D • Cámaras empresariales • Sociedades de productores • Grupos y comunidades productivas 	<ul style="list-style-type: none"> • Redes de secretarías gubernamentales • Asociaciones de directores de servidores públicos • Asociaciones de gobernadores de los estados

CUADRO 13. Principales instituciones del SNI mexicano

Agentes gubernamentales

- CONACYT
- Secretaría de Educación Pública (SEP)
- Secretaría de Economía (SE)
- Secretaría de Energía (SENER)
- Comisiones de Ciencia y Tecnología del Congreso (cámaras de Diputados y Senadores)
- Red Nacional de Consejos e Instituciones Estatales de Ciencia y Tecnología (RENACECYT)
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP)

Centros e institutos públicos de investigación

- CPI-CONACYT (27)
- Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE)
- Instituto Mexicano del Petróleo (IMP)
- Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ)
- Instituto Nacional Forestal, Agropecuario de Alimentación y Pesca (INIFAP)
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)
- Instituto Nacional de Cardiología (INC)

Centros de investigación en las IES

- CINVESTAV (centros de investigación)
- UNAM (centros e institutos de investigación)
- UAM (departamentos y áreas de investigación)
- IPN (centros e institutos de investigación)
- BUAP (centros de investigación)
- INNSZ (Instituto Nacional de Nutrición SZ)

IES (producción de conocimiento y formación de recursos humanos en ciencia y tecnología)

- UNAM (licenciaturas, maestrías y doctorados)
- IPN (licenciaturas, maestrías y doctorados)
- UAM (licenciaturas, maestrías y doctorados)
- BUAP (licenciaturas, maestrías y doctorados)
- UDG (licenciaturas, maestrías y doctorados)
- CINVESTAV (maestría y doctorados)
- ITESM (licenciaturas, maestrías y doctorados)

Instituciones de financiamiento para la innovación

- CONACYT
- NAFIN
- Secretaría de Economía
- Bancomex
- Fundaciones Produce
- SHCP

Instituciones puente e intermediarias

- CONACYT
- IMPI
- Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCT)
- Asociación de Directores de Investigación Aplicada y Desarrollo Tecnológico (ADIAT)
- RENACECYT
- Comisiones del Congreso para la ciencia y la tecnología

Otros agentes

- Academia Mexicana de Ciencias (AMC)

2.3 Insumos del SNI

Hay dos grandes tipos de insumos del SNI: recursos financieros y recursos humanos. Los principales indicadores que ilustran el desempeño son: gasto en investigación y desarrollo experimental (GIDE) total (por sector de aplicación y por sector de financiamiento), gasto federal en ciencia y tecnología (GFCYT), número de investigadores, personal total e investigadores dedicados a actividades de I+D.

2.3.1 Inversión nacional en I+D

La globalización y la innovación son dos de los principales motores del desempeño económico en las sociedades modernas. Estas dos fuerzas ejercen una influencia determinante sobre la productividad, los niveles de empleo y el bienestar de la población (OCDE, 2007). En este contexto, la inversión doméstica en I+D se ha convertido en un insumo fundamental para el desarrollo de las capacidades nacionales de innovación, el crecimiento económico y el bienestar social. Invertir en I+D promueve la generación, absorción y difusión de conocimiento científico y tecnológico. Un rápido recorrido por el escenario mundial deja claro que un número importante de países están aumentando significativamente sus gastos en I+D como una forma de disparar o incentivar su competitividad internacional, así como para movilizar más ágilmente los recursos locales con el objetivo de atender más eficazmente las necesidades sociales y las demandas productivas.

México también se ha movido junto con estas tendencias globales; sin embargo lo hace más lentamente que otros países de la OCDE y de América Latina, manteniéndose como uno de los países con más bajos niveles de inversión en conocimiento y, notablemente, en I+D. Esta fuerte limitación del SNI mexicano no es nueva y ha persistido por décadas, dado que no ha habido esfuerzos sistemáticos para aumentar el gasto. Desde principios de los setenta el GIDE representaba el 0.13% del PIB, cuando la recomendación de las Naciones Unidas era que debería invertirse al menos 0.5% del PIB. Algunos países avanzados, sin embargo, ya estaban invirtiendo en I+D mucho más de lo que las Naciones Unidas recomendaban, por ejemplo Japón (1.9%), Reino Unido (2.3%) y Estados Unidos (3.4%) (Corona Alcantar, 2006).

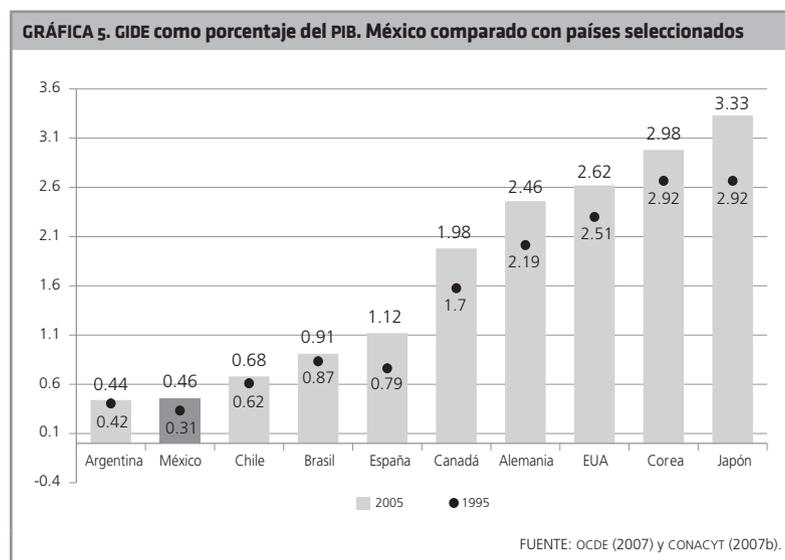
El gobierno mexicano comenzó a considerar seriamente la necesidad de fortalecer su sistema de c&t durante los años setenta. El esfuerzo realizado en esta década elevó la inversión en c&t, pasando del 0.13% del PIB en 1971 a 0.40% en 1981. Sin embargo, durante los ochenta México padeció una de las crisis financieras más profundas de su historia, situación que se tradujo en una severa turbulencia macroeconómica a nivel nacional. La depresión en la cual se vio inmersa la economía nacional es uno de los factores que explican la aplicación de drásticas reducciones en los recursos asignados a c&t en ese periodo. Como resultado, el GIDE disminuyó desde el nivel que había alcanzado en 1981 hasta un 0.19% del PIB en 1988.

Para corregir, en alguna medida, la tendencia decreciente de la inversión en c&t, durante los ochenta el gobierno puso en marcha varios programas de promoción para incrementar la inversión nacional en I+D (véase Sección 3.1). Los resultados de los esfuerzos realizados posteriormente en los noventa y desde inicios de esta década, relacionados con el GIDE, se pueden observar en la Gráfica 4. México incrementó su gasto en I+D de 0.22 a 0.46% entre 1993 y 2005. A este desempeño contribuyó un incremento de la inversión privada en I+D, la cual creció 76% entre 2001 y 2005.



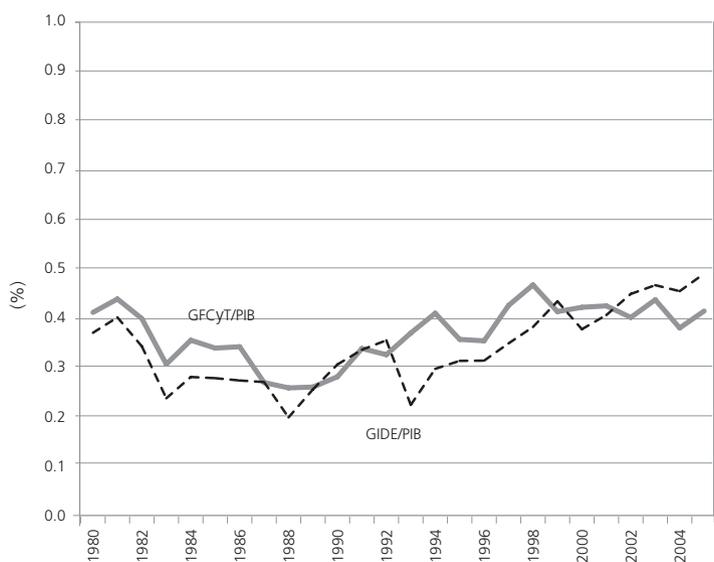
Sin embargo, a pesar del esfuerzo realizado, México no ha podido variar su posición como uno de los países de la OCDE que menos invierte en I+D. Mientras que en 2005 el promedio del GIDE como porcentaje del PIB de la comunidad de países que integran la OCDE fue de 2.5%, y el de la Comunidad Europea (CE-27) fue de 1.74%, México sólo alcanzó el 0.46%, lo cual lo sitúa entre los últimos cinco países de la OCDE (Grecia, Polonia, República Eslovaca y Turquía).

México se está rezagando no sólo respecto de los países desarrollados, sino también en relación con algunas economías emergentes. La Gráfica 5 pondera el desempeño de México respecto de una serie de países seleccionados con diferentes niveles de desarrollo. Una comparación con países de América Latina revela que los gastos de México en I+D son mayores que los que realiza Argentina, pero más bajos que los de Brasil (0.91) y Chile (0.68). Los gastos de México en I+D son 5.7 veces más bajos que en Estados Unidos y 4.3 veces más bajos que en Canadá, sus principales socios comerciales de América del Norte.

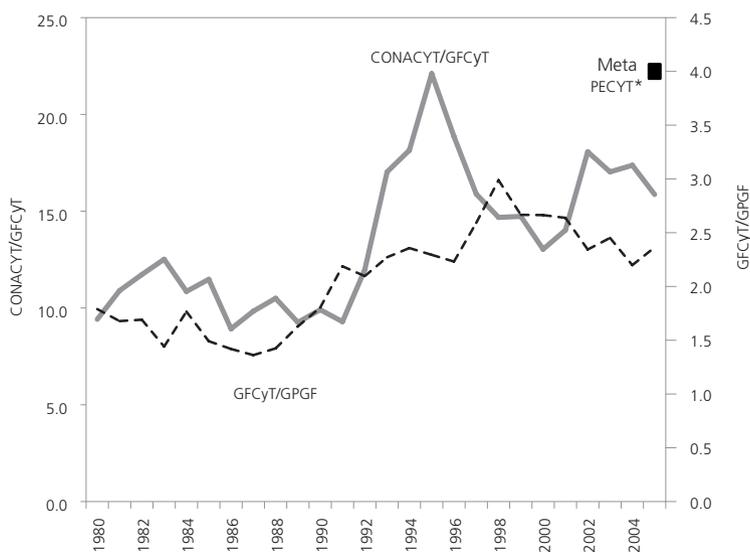


Otro indicador relevante para el caso mexicano es el GFCYT, medido como porcentaje del PIB. La Gráfica 6 muestra un estancamiento del gasto federal desde 1980. Durante los últimos 25 años el GFCYT y GIDE no han podido superar el 0.5% del PIB. En el caso del GFCYT, éste se ha mantenido en alrededor del 3% del gasto federal total. En el año 2008 el Congreso

GRÁFICA 6. México: indicadores de gasto en C&T, 1980-2005



a) Porcentaje respecto al PIB



b) Participación porcentual CONACYT

GPGF: Gasto programable del gobierno federal. *Meta de GFCyT/GPGF para 2006 establecida en el PECYT.

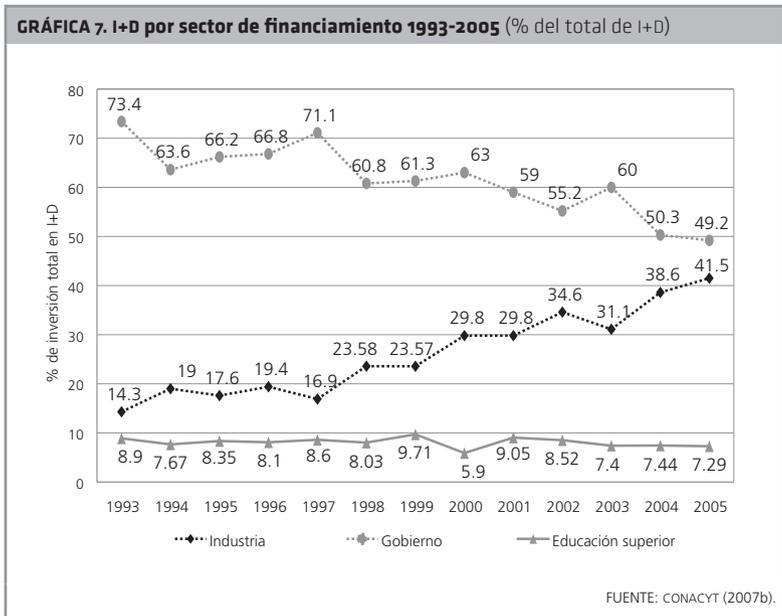
FUENTE: OCDE (2007) y CONACYT (2007b).

mexicano aprobó un incremento de 13.3% (en valores reales) en el gasto federal destinado a C&T, lo que pareciera indicar que la tendencia podría cambiar. Sin embargo, la magnitud de los gastos continúa siendo todavía muy pequeña como para esperar efectos importantes en las capacidades de CTI. Desafortunadamente, los efectos de la crisis en 2009 hacen esperar que nuevamente se revertirá la tendencia al incremento.

2.3.2 I+D por sector de aplicación y financiamiento

La desagregación de los gastos en I+D por sector de financiamiento revela importantes características del SNI mexicano. En primer lugar, se observa que la participación del gobierno en los recursos financieros totales asignados a I+D ha disminuido apreciablemente entre 1993 y 1995, no obstante, éste se mantiene todavía como el principal agente inversor en I+D. Mientras que en 1993 el gobierno aportó el 73.4% de todos los gastos en I+D, en 2005 ese aporte se había reducido a 49.2% (Gráfica 7).

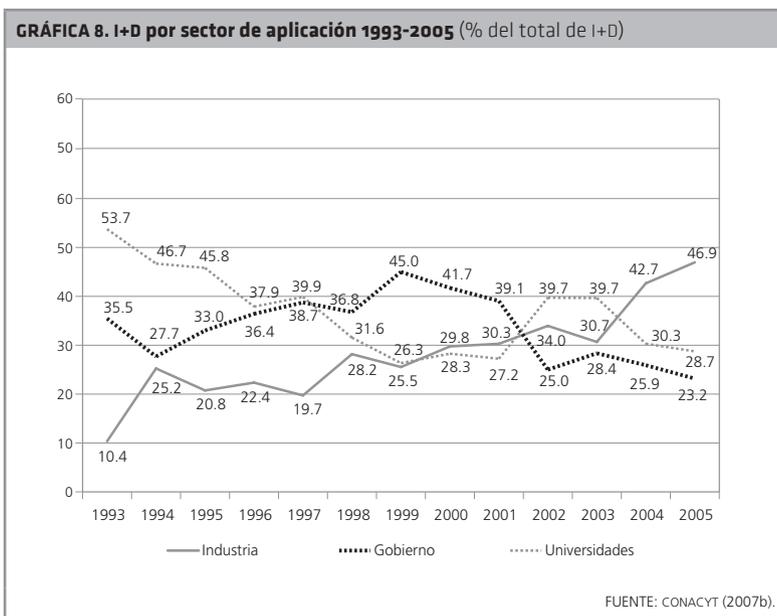
En segundo lugar, el gobierno ha jugado también un papel importante, no sólo como agente financiero, sino también en la conducción de actividades de I+D, las cuales tienen lugar dentro de los diversos centros e



institutos de investigación públicos. Aunque durante los últimos 15 años las actividades de I+D públicas se han reducido drásticamente como proporción del total, en 2005 éstas aún representaban el 23.2% (Gráfica 8). Mientras que durante el periodo 1993-1999, la participación del gobierno en actividades de I+D se había incrementado ligeramente, durante 2000-2005 disminuyó sensiblemente, poniendo de manifiesto el cambio en la política de CTI, que desde entonces ha puesto más énfasis en el impulso al desarrollo de la innovación dentro del sector productivo.

En contraste con el decrecimiento en la participación del gobierno en el financiamiento, el sector productivo gradualmente ha incrementado su contribución, ya que su aporte a los gastos totales en I+D aumentó de 14.3% en 1993 a 41.5% en 2005. Un patrón similar se observa en la tendencia de los gastos en I+D del sector productivo; mientras que en 1993 participaba sólo con el 10.4% del GIDE, en 2005 se había convertido ya en el agente que más gastaba en estas actividades (46.9%) (gráficas 7 y 8).

En tercer lugar, el gasto en I+D de las IES, particularmente las universidades, no presenta cambios significativos en su tendencia. En el periodo de estudio las universidades han financiado en promedio alrededor del 8% del GIDE (Gráfica 7). El cambio más apreciable se ha dado en el total



de I+D que se realiza en estas instituciones; mientras que en 1993 las universidades eran el centro principal donde se realizaba la I+D en México (53.7%), para 2005 habían perdido esa posición al realizar sólo el 28.7%, siendo superadas por el sector productivo (Gráfica 8).

Los cambios en la estructura del GIDE han sido el resultado de políticas específicas que se aplicaron durante los últimos 15 años. Estas políticas han privilegiado la implementación de programas e incentivos orientados a estimular la inversión privada en I+D. El gobierno ha incrementado los fondos públicos destinados para este fin a través de diferentes instrumentos, tales como el fondo de economía, AVANCE, entre otros, así como el programa de estímulos fiscales a la I+D (sustituido recientemente por otros instrumentos) (véase Capítulo 5). La participación de los gastos en I+D del sector privado que es financiada por el gobierno se ha duplicado durante la última década: de 2.8% en 1995 a 5.7% en 2005. Desde el año 2006, México, junto con China y España, se encuentran entre los países que a nivel mundial han creado las condiciones fiscales más favorables para impulsar la inversión privada en I+D (OCDE, 2007).

Por otra parte, desde el punto de vista de la aplicación del gasto, las IES y CPI (representados a través del agente gobierno) se mantienen como los actores más importantes. Si se toma en cuenta que la I+D que realizan las IES está concentrada preponderantemente en pocas universidades públicas (UNAM, UAM, IPN, BUAP), se podría extraer la conclusión de que en México la investigación y el desarrollo experimental descansan fundamentalmente en la fortaleza de estas instituciones. Tomadas en conjunto, ellas concentran 56.5% de los fondos de financiamiento y cerca de 52% de la inversión efectuada en I+D en las IES.

Es necesario destacar que mientras los gastos en I+D se mantienen como uno de los más bajos en la comunidad de países que integran la OCDE, el gasto del sector privado mexicano en I+D ha sido uno de los que han experimentado un crecimiento más sobresaliente dentro de esa misma comunidad de naciones. La reorientación de la política de CTI hacia la promoción de la inversión privada en I+D parece estar dando los resultados esperados. Sin embargo, por el momento, los recursos que el sector privado mexicano destina a la I+D siguen siendo muy bajos cuando se compara con niveles internacionales. En 2005 los recursos destinados a estas actividades por parte del sector privado de México fueron superiores a los destinados por Argentina (27.7%) y Brasil (39.4%), pero más bajos que en China (69.1%), Corea (75%), Chile (45.7%) y España (46.3) (véase Cuadro 14).

CUADRO 14. I+D por fuente de financiamiento y por países seleccionados (% del I+D total)

	Gobierno		Industria		Otros	
	1995	2005	1995	2005	1995	2005
Japón	22.8	16.8	67.1	76.1	9.9	6.8
Corea	19.0	23.0	76.3	75.0	4.7	1.3
China	-	24.7	-	69.1	-	-
Alemania	37.9	28.4	60.0	67.6	0.3	0.3
Estados Unidos	35.4	30.4	60.2	64.0	4.4	5.7
Canadá	35.9	32.9	45.7	47.9	6.9	10.5
España	43.6	43.3	44.5	46.3	5.2	5.0
Chile	58.4	44.5	26.5	45.7	9.0	2.1
México	66.2	49.2	17.6	41.5	16.2	9.3
Brasil	59.1	58.3	38.2	39.4	2.3	2.2
Argentina	46.6	64.3	27.7	31.4	22.4	3.2

FUENTE: México: CONACYT (2005, 2007b). Países europeos y China: OCDE (2007/2).

2.3.3 I+D por tipo de investigación

La desagregación de los gastos en I+D por tipo de investigación pone de manifiesto otra debilidad del SNI. Como se puede apreciar en el Cuadro 15, México no sólo está gastando muchos menos recursos en I+D en relación con otros países de la OCDE, sino que también dedica una proporción mayor de estos recursos a investigación básica e investigación aplicada en relación con el desarrollo experimental. Por el contrario, algunos países que se han destacado por su capacidad de innovación, tales como Japón, Estados Unidos, Reino Unido y Corea, dedican una mayor proporción de los recursos de I+D al desarrollo experimental. Esto podría tener un impacto negativo en la generación de capacidades de innovación y por consecuencia en la creación de nuevos bienes enfocados a cubrir las demandas del mercado. En este sentido, la enseñanza es clara, México debe hacer un esfuerzo para cambiar también la estructura de sus gastos en I+D mediante un incremento sostenido en los recursos destinados a desarrollo experimental.

CUADRO 15. I+D por tipo de investigación (% del GIDE)				
País	Investigación básica	Investigación aplicada	Desarrollo experimental	Total
Alemania (2003) ¹	4.5	51.7	43.8	100.0
Argentina (2004)	24.4	44.1	31.5	100.0
Chile (2004)	41.2	45.8	13.0	100.0
Corea (2003)	14.5	20.8	64.7	100.0
Estados Unidos (2004)	18.7	21.3	60.0	100.0
España (2004)	22.7	39.2	38.1	100.0
Japón (2003)	13.3	22.4	64.3	100.0
México (2003)	25.4	31.0	43.6	100.0
Reino Unido (2003) ²	8.3	36.9	54.8	100.0

1. Los datos se refieren a la I+D de la industria. 2. Los datos se refieren a la I+D de la industria y el gobierno.

FUENTES: OCDE (2007) y RICYT (2007).

2.3.4 Recursos humanos en ciencia y tecnología

México ha hecho un esfuerzo notable para incrementar la cantidad y la calificación de los recursos humanos dedicados a actividades de c&t. Durante los últimos 15 años el gobierno ha reforzado viejos programas y ha lanzado otros nuevos para estimular la formación, atracción y retención de recursos humanos dedicados a la ciencia y la tecnología (RHCT). Entre estos programas se destaca especialmente el de becas de posgrado administrado por el CONACYT para apoyar estudios de posgrado en México y en el extranjero. Este programa ha estado operando durante 37 años, convirtiéndose en uno de los proyectos centrales de la política de CTI. El Sistema Nacional de Investigadores (SNIN) establecido en 1984, el Programa Nacional de Posgrados de Excelencia (PNP), el Programa de Repatriación de Investigadores y el Programa para el Mejoramiento del Profesorado (PROMEP), este último administrado por la Secretaría de Educación Pública, complementan el conjunto de programas orientados a elevar la capacidad científica y la formación de RHCT (Cuadro 16) (véanse las secciones 4.2, 6.1 y 7.2)

CUADRO 16. Programas orientados a la formación de recursos humanos en C&T, 2006

Programas	Año de fundación	Recursos financieros, 2006 (millones de dólares)
Programa Nacional de Becas de Posgrado	1971	191.2
Sistema Nacional de Investigadores	1984	135.3
Programa de Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica	1970 y 1990	135.4
Programa Nacional de Posgrados de Excelencia	1991	-
Programa de Repatriación	1990	ND
Programa para el Mejoramiento del Profesorado	1996	ND

FUENTE: Elaboración propia con datos del CONACYT.

2.3.4.1 El Sistema Nacional de Investigadores

El SNInv fue fundado en 1984 por el gobierno federal con la intención de hacer frente a la fuga de cerebros y a la creciente inconformidad de la comunidad científica, que había experimentado un deterioro importante en sus niveles de ingreso durante los primeros años de la década del 80. Es tanto un programa para apoyar la actividad de los investigadores como un registro que ha servido para tener una idea aproximada de la cantidad de investigadores con que cuenta el país. Como programa, representa el principal instrumento para apoyar la actividad científica y tecnológica, así como para el entrenamiento de jóvenes investigadores mediante su incorporación a los proyectos de investigación. Como registro, el programa concentra información detallada acerca del 23% de los investigadores totales del país.

Los investigadores que son aceptados en el programa obtienen un incentivo económico para continuar con sus actividades, y un estímulo no pecuniario que consiste en un reconocimiento como investigador nacional. Hay cinco categorías: candidato a investigador, tres niveles de investigador nacional (I, II, III), e investigador nacional emérito (Cuadro 17).

Entre 1984 y 2006 el número de investigadores beneficiados por el programa creció más de siete veces (Gráfica 9), de 5,868 a 13,485 durante el periodo 1995-2006. Los fondos asignados también crecieron significativamente, de 75.5 a 135.3 millones de dólares durante el mismo lapso.

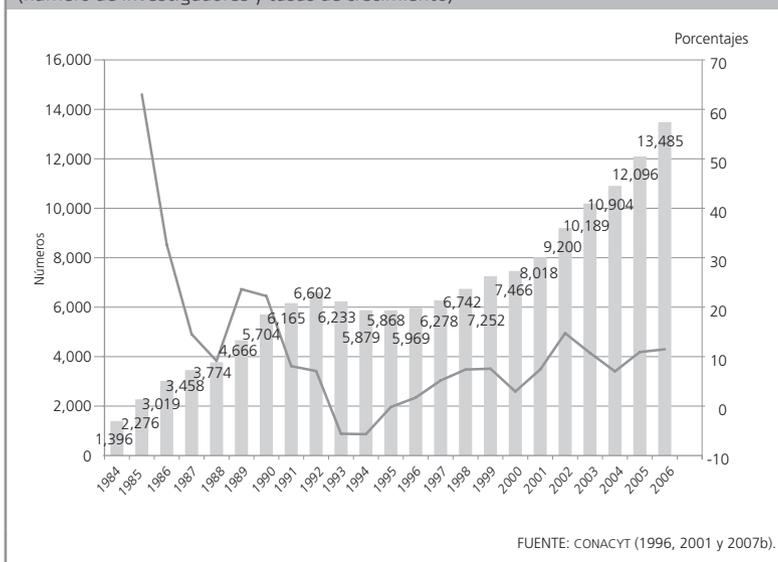
CUADRO 17. Sistema Nacional de Investigadores: distinciones e incentivos económicos, 2006

Distinción	Incentivo económico Número de salarios mínimos otorgados por mes	Incentivo económico Dólares por mes*
Investigador candidato	3	404.5
Investigador nivel I	6	808.9
Investigador nivel II	8	1,078.5
Investigador nivel III	14	1,887.4
Investigador emérito	14	1,887.4

* La conversión de pesos mexicanos a dólares estadounidenses fue calculada a la tasa de cambio vigente para el año 2006 (10.83 pesos por dólar).

FUENTE: CONACYT, Reglamento del Sistema Nacional de Investigadores (enero de 2005), y base de datos del CONACYT.

GRÁFICA 9. Investigadores en el Sistema Nacional de Investigadores, 1984-2006
(número de investigadores y tasas de crecimiento)

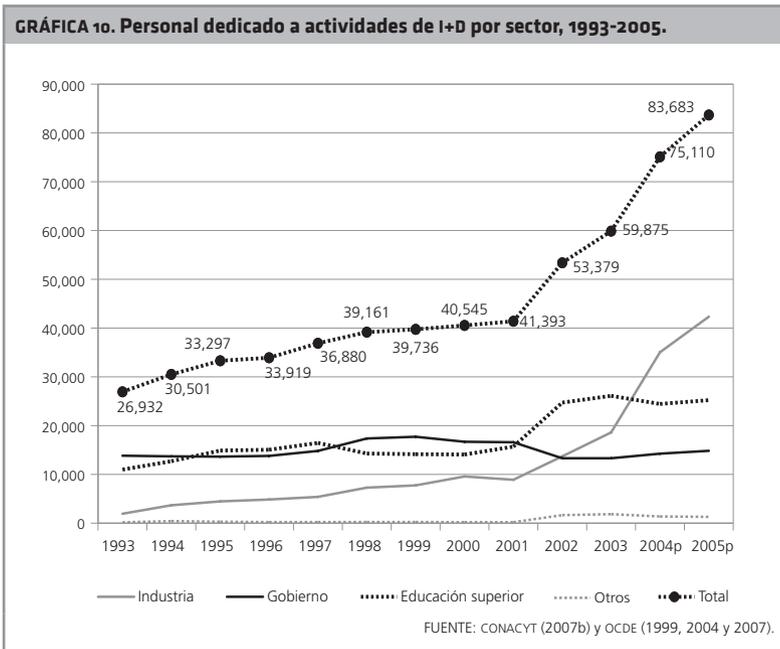


A lo largo del tiempo el SNIINV ha ganado un amplio reconocimiento, dada la participación de la comunidad académica en la mejora de su reglamento. Se reconoce que sus miembros tienen méritos científicos y tecnológicos, y que ha contribuido a evitar la fuga de cerebros a través de los incentivos económicos que complementan el salario de los investigadores. Se puede afirmar que los alcances de este programa han ido más allá de sus logros cuantitativos.

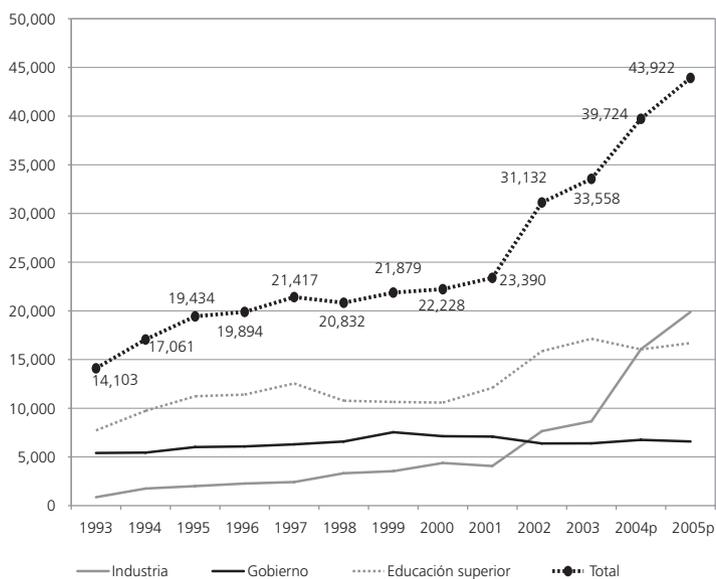
Los investigadores con membresía en el SNIIV se han convertido en piezas clave de la productividad científica del país y también en elementos centrales para la consolidación de los programas de posgrado que pertenecen al padrón de excelencia del CONACYT (véanse secciones 6.1 y 7.2.2).

2.3.4.2 Personal total e investigadores dedicados a actividades de I+D

El personal total y el número de investigadores de tiempo completo dedicados a actividades de I+D ha aumentado notablemente desde principios de los noventa. De acuerdo con la información disponible, mientras que el personal total dedicado a actividades de I+D se incrementó de 27 mil en 1993 a 83,600 en 2005, el número de investigadores se triplicó, creciendo de 14,103 a 43,922 durante el mismo periodo. Las gráficas 10 y 11 ponen de manifiesto dos hechos: en primer lugar, los RHCT experimentaron un crecimiento más rápido durante el periodo 2001-2005; en segundo lugar, los investigadores y en general el personal total dedicado a I+D empleado por el sector privado creció más rápidamente que aquel que estuvo empleado por el sector público y las IES.



GRÁFICA 11. Investigadores de tiempo completo por sector, 1993-2005



FUENTE: CONACYT (2007b) y OCDE, MSTI (1999, 2004 y 2007).

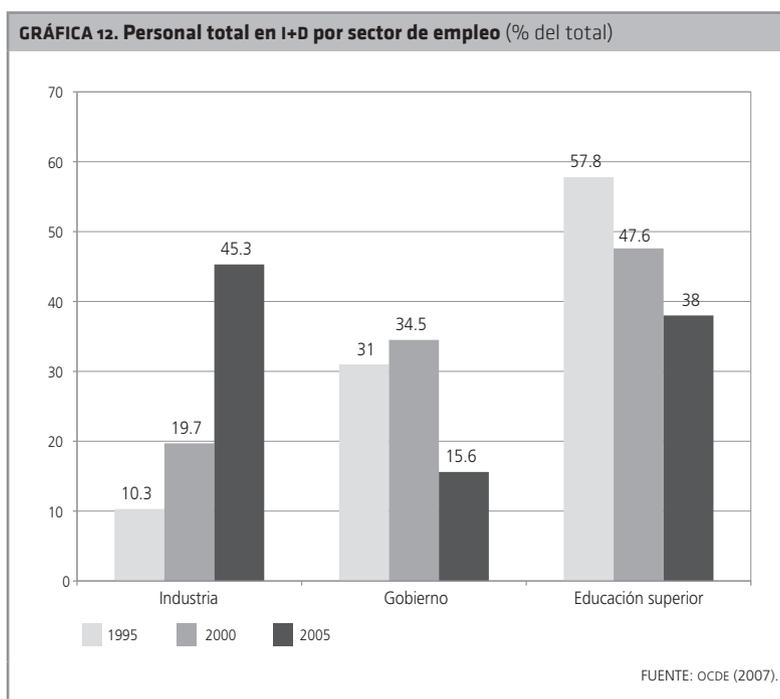
2.3.4.3 Personal ocupado en I+D por sector

A principios de 1990 la cantidad de recursos humanos ocupados por la industria en actividades de I+D era muy reducida, tan sólo 10% del total de investigadores de tiempo completo y 13.4% del personal total empleado en estas actividades trabajaba para el sector industrial. Las IES públicas y los CPI concentraban el grueso de los investigadores (94%) y del personal total en I+D (91%). El reducido número de recursos humanos vinculados al desarrollo y la investigación científica y tecnológica contratados por la industria durante los años noventa sólo expresaba el hecho ya conocido de que el sector productivo estaba invirtiendo muy poco en I+D.

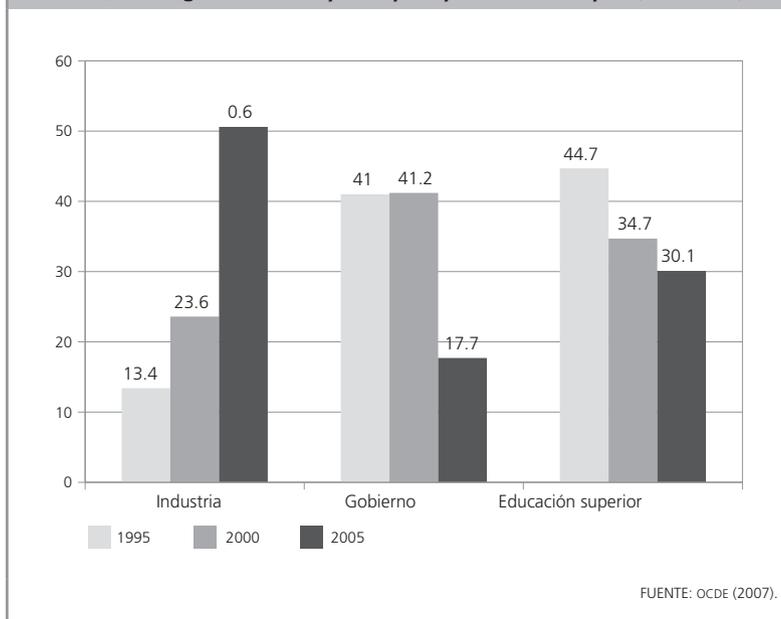
La concentración de RHCT en las instituciones de investigación pública, la mayoría de ellas orientadas a la ciencia básica, junto con sus escasas vinculaciones con el sector privado, revelan una vez más la orientación

fundamental de la política de CTI y del SNI mexicano que se estaba construyendo, esto es su énfasis en el apoyo al desarrollo de las capacidades científicas básicas. De hecho, el reducido número de RHCT en el sector privado explica las limitadas capacidades de innovación que muestran los datos analizados.

Sin embargo, para el año 2005 la distribución de RHCT muestra un cambio significativo. Como puede apreciarse en las gráficas 12 y 13, aunque el número de investigadores ocupados por la industria era todavía muy reducido, su participación se incrementó de 10.3% en 1995 a 45.3% en 2005. En contraste, el sector del gobierno y las IES redujeron su participación en el total, siendo el primero el que experimentó una reducción más drástica, al pasar de 31% a 15.6% en el mismo periodo. En el caso de los investigadores se observa la misma tendencia. Aunque todavía no se ve un avance en las capacidades innovadoras del sector industrial, la redistribución en el número de RHCT representa uno de los cambios estructurales más notables en el perfil del SNI mexicano.



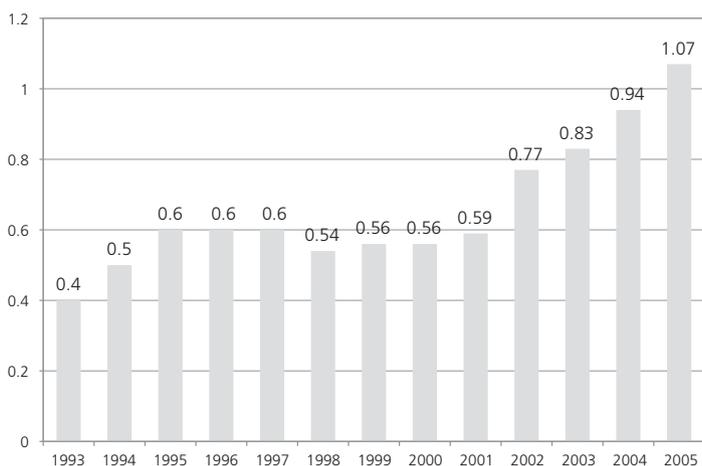
GRÁFICA 13. Investigadores de tiempo completo por sector de empleo (% del total)



2.3.4.4 Investigadores: una comparación internacional

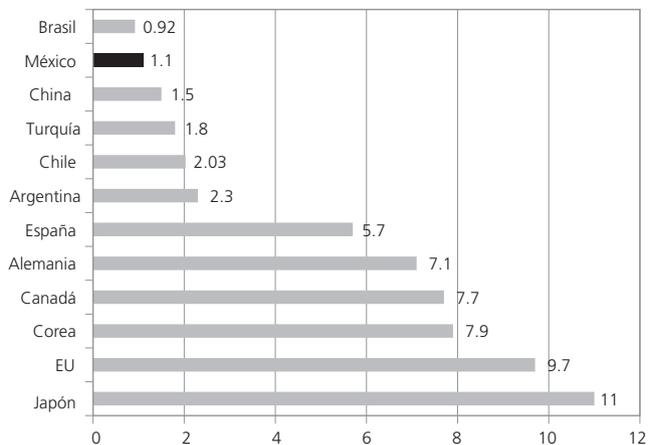
No obstante el significativo incremento en el personal empleado en I+D y especialmente en el número de investigadores, el volumen de recursos humanos en esta actividad es todavía insuficiente como para influir de manera importante en las capacidades innovadoras de las empresas, o incluso de las IES y los CPI. La ausencia de una «masa crítica» capaz de impactar en el comportamiento de los agentes que integran el SNI mexicano se percibe más claramente cuando se mide la cantidad de investigadores por cada mil integrantes de la fuerza de trabajo empleada. Entre 1995 y 2005 este indicador pasó de 0.4 a 1.07 (Gráfica 14). Más allá del incremento, México es uno de los países más rezagados dentro y fuera de la comunidad de la OCDE (Gráfica 15). Por ejemplo, en América Latina, Chile tiene dos investigadores por cada mil empleados, y Argentina 2.3. En Europa, España posee 5.7 y Alemania 7.1. En Asia, China tiene 1.5, Corea 7.9 y Japón 11. La comparación con estos países permite concluir que, en relación con la disponibilidad de recursos altamente calificados empleados en actividades de I+D, México no tiene la masa crítica necesaria para competir a nivel internacional (véase el Capítulo 10).

GRÁFICA 14. Investigadores por cada 1,000 integrantes de la fuerza de trabajo



FUENTE: CONACYT (2007b) y OCDE (1999, 2004 y 2007).

GRÁFICA 15. Investigadores por cada 1,000 empleados en países seleccionados



FUENTE: CONACYT (2007b) y OCDE (1999, 2004 y 2007).

Dos aspectos adicionales merecen ser destacados. Por un lado, el paulatino envejecimiento del capital humano en c&t (principalmente investigadores) y, por el otro, la falta de mecanismos apropiados para incorporar investigadores jóvenes a esa tarea. La UNAM y la UAM son dos casos ilustrativos de estos problemas. En ambas universidades la mayoría de los investigadores son de edad madura. En la UAM sólo 0.2% de sus investigadores tienen entre 24 y 30 años, 6.6% se encuentran en un rango de edad entre 31 y 40 años, y más del 90% tiene más de 40 años. Los datos disponibles para la UNAM muestran que en sus 18 institutos y centros de investigación solamente 1.7% de los investigadores totales está por debajo de los 30 años, mientras que la gran mayoría (77.5%) tiene entre 40 y 60 años. El problema del envejecimiento del capital humano en c&t plantea grandes desafíos no sólo en términos de los fondos que serán necesarios para cubrir el retiro de los investigadores, sino sobre todo en cuanto a la capacidad del sistema para realizar el reemplazo generacional (FCCT, 2006a).

2.3.4.5 El programa de posgrados de excelencia

El entrenamiento formal de los RHCT tiene lugar en las instituciones de educación superior, y particularmente en los programas de maestría y doctorado. Buena parte de las políticas actuales orientadas al reforzamiento de los programas de posgrado comenzaron en los noventa. A lo largo de esa década el número de posgrados aumentó significativamente al pasar de 1,686 a 4 mil, mientras que el número de estudiantes matriculados en esos programas creció de 42 mil a 118 mil. En 1991 el CONACYT y la SEP lanzaron el Programa Nacional de Posgrados, cuya meta principal consistió en aumentar y mejorar la calidad de éstos. Para alcanzar esta meta el CONACYT comenzó la organización y administración del padrón de posgrados de excelencia. Desde entonces, todos los estudiantes aceptados en los posgrados registrados en el padrón de excelencia reciben una beca para apoyar sus estudios. En 2002 este programa fue reestructurado, creándose el Plan para el Fortalecimiento de los Programas Nacionales de Posgrado y el Programa Nacional de Posgrados (véanse secciones 6.1 y 7.2.3).

En 2006 había cerca de 902 IES que en conjunto ofrecían 5,322 programas de posgrado, de ellos 23.4% consistían en algún tipo de especialidad, 65.1% eran de maestría y 11.5% de doctorado. Había 183 IES que

ofrecían 614 programas de doctorado, de los cuales 37% (214) formaban parte del Programa Nacional de Posgrados administrado por el CONACYT.

2.3.4.6 Flujos de recursos humanos en ciencia y tecnología

Todos aquellos recursos humanos que cuentan con un nivel de educación terciaria integran los flujos que alimentan el *stock* de RHCT. En el año 2006, aproximadamente 331 mil estudiantes obtuvieron el grado de licenciatura. En 2007, 13 mil estudiantes se graduaron en alguna especialidad; 38 mil obtuvieron el grado de maestros y 1,900 el grado de doctores. Este es propiamente el flujo anual de RHCT que produce México (Cuadro 18).

CUADRO 18. Flujos de recursos humanos en ciencia y tecnología por nivel de grado obtenido				
Año	Licenciatura	Posgrado		
		Especialidad	Maestría	Doctorado
1997	183,417	5,466	14,509	893
1998	184,258	7,907	15,958	714
1999	200,419	9,155	18,877	911
2000	209,795	9,266	19,373	1,035
2001	227,095	10,314	23,632	1,085
2002	249,085	10,307	26,253	1,446
2003	268,155	10,099	26,840	1,390
2004	287,676	10,515	29,395	1,657
2005	309,157	11,302	32,044	1,783
2006	331,807	11,718	34,393	1,910
2007	ND	12,890	37,832	2,101

NOTA: 2006 y 2007 datos estimados. ND: no disponible.

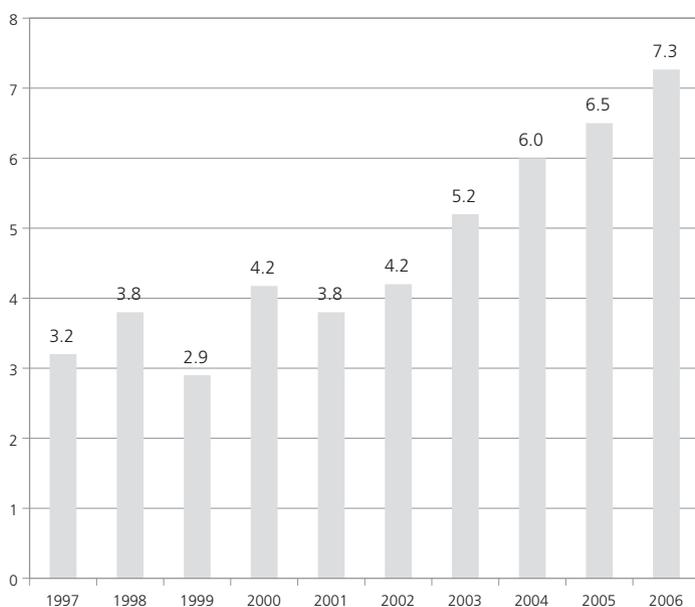
FUENTE: ANUIES (2007).

El flujo anual de estudiantes con licenciatura por campo de conocimiento ha variado durante los últimos años. En el año 2006 el número de graduados en licenciaturas vinculadas a las ciencias sociales representó el 49.8%; ingeniería y tecnología el 31.6%; ciencias médicas el 8.6%; educación y humanidades el 5.8%; ciencias agropecuarias el 5.8%, y ciencias naturales y exactas el 1.9%. En lo que se refiere a los flujos de posgrado,

en 2007 cerca de 53 mil estudiantes obtuvieron el grado a este nivel; de ellos, 24.4% se graduaron en alguna especialidad, 71.6% en maestría, y 4.0% obtuvieron el grado de doctor (Cuadro 18).

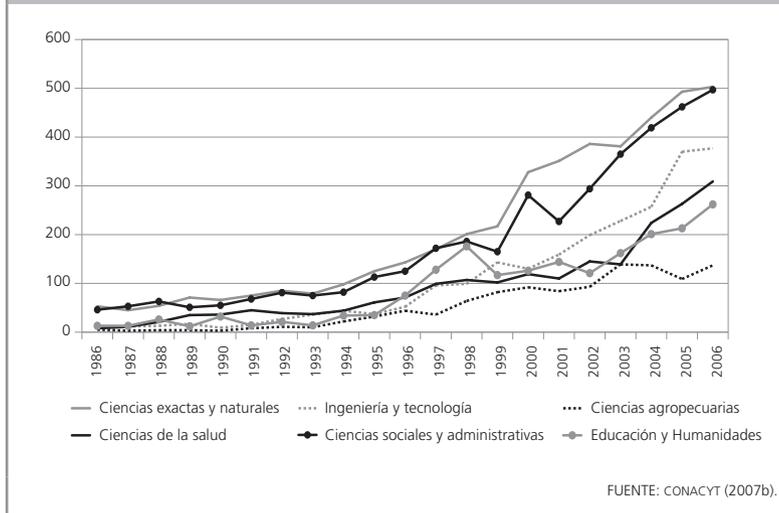
La Gráfica 16 muestra evidencia de los resultados obtenidos por los diferentes programas instrumentados por el gobierno para promover la formación de recursos humanos con nivel de posgrado. Como se puede observar, el aumento más importante en el número de graduados ocurrió durante la década de 2000, como consecuencia de un proceso de maduración y consolidación de los programas de posgrado. La evolución del número de doctores por campo de conocimiento se muestra en la Gráfica 17, en la cual se pone de manifiesto el predominio de los estudiantes graduados en ciencias naturales, y en administración y ciencias sociales, así como la poca importancia otorgada a las ciencias agropecuarias.

GRÁFICA 16. Graduados de doctorado por cada millón de la población, 1997-2006



FUENTE: CONACYT (2007b).

GRÁFICA 17. Graduados de doctorado por campo de conocimiento, 1986-2006



Contrastando con la muy baja posición en el GIDE, México ocupa la onceava posición en el total de países que integran la OCDE en lo que se refiere a la proporción de graduados en C&T como porcentaje del total de éstos. Aproximadamente 25% de los nuevos grados obtenidos en 2004 correspondieron a ciencia e ingeniería (OCDE, 2007), lo cual sitúa al país muy por encima del promedio de la OCDE. Sin embargo, el flujo de graduados con grado de doctor es inferior a países como Corea y Estados Unidos, y aun está por debajo de países con un grado de desarrollo similar, como Brasil y España (Cuadro 19).

CUADRO 19. Doctores por países seleccionados, 2006

País	Doctores graduados	Doctores por cada 10,000 de la fuerza de trabajo
España	8,250	4.2
Corea	9,254	4.0
Estados Unidos	44,436	3.0
Brasil	9,366	1.0
México	1,910	0.5

FUENTE: CONACYT (2007b).

2.4 Resultados del SNI

2.4.1 Producción científica

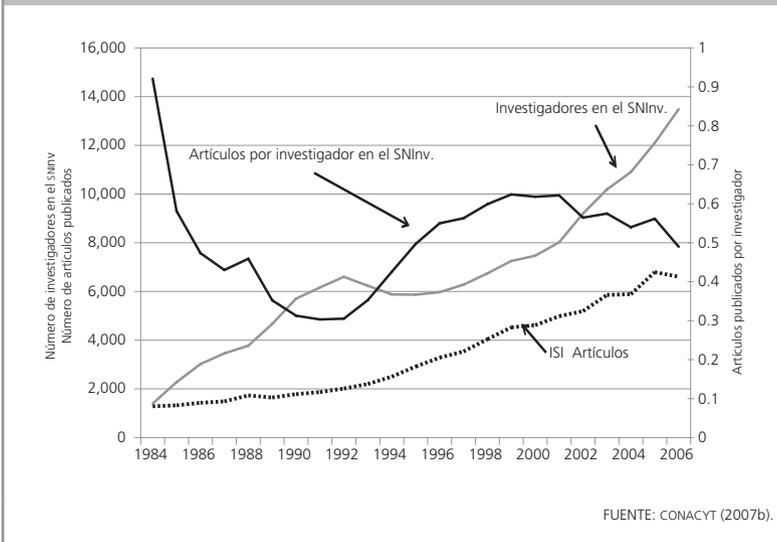
Durante el periodo 1990-2006 la producción científica de los investigadores mexicanos, medida por el número de artículos publicados, creció en promedio 11.2%, lo que sitúa a México por encima del promedio mundial. En relación con América Latina, la publicación de artículos científicos mexicanos creció a una tasa similar a la de Brasil y Colombia, y mayor que la argentina, la chilena y la venezolana. Es necesario analizar hasta qué punto este crecimiento está asociado con la serie de programas elaborados por el CONACYT para apoyar el desarrollo de la ciencia en México.

Como puede observarse en la Gráfica 18, aunque el aumento de las publicaciones registradas en revistas científicas incluidas en la base del ISI (Institute for Scientific Information) ha sido constante durante todo el periodo, su crecimiento fue particularmente notable entre 1990 y 2006. Mientras que en 1984 los científicos mexicanos publicaron cerca de 1,286 artículos, en 2006 sextuplicaron su producción hasta alcanzar la cifra de 6,604. Sin embargo, aunque en 2006 la cifra es aún alta, parece haber un ligero descenso en el número de publicaciones por investigador miembro del SNIIV respecto a los primeros años de la década de 2000.

Ahora bien, aunque el incremento en artículos publicados ha sido importante, es necesario destacar también que la participación de México en el total mundial de éstos es muy reducida si atendemos al tamaño de su economía; y aun más, esta participación no presenta cambios significativos durante todo el periodo (véase Gráfica 22). En efecto, durante los últimos diez años la producción mexicana en el total mundial de artículos científicos ha fluctuado alrededor del 0.7%.

Otro indicador relevante que permite observar el esfuerzo realizado para impulsar la producción de conocimiento científico es la *productividad científica*, esto es, el número de artículos publicados por investigador. En nuestro caso se ha medido el número de artículos publicados en revistas ISI dividido entre el número de investigadores con membresía en el SNIIV. Aunque esta metodología presenta algunas debilidades, pues no todos los investigadores que han publicado están en el SNIIV, la medición es un buen *proxy* como indicador de productividad científica y como una medida de la eficiencia del SNIIV.

GRÁFICA 18. Producción científica en México (número de artículos publicados y artículos por investigador del SNIInv)

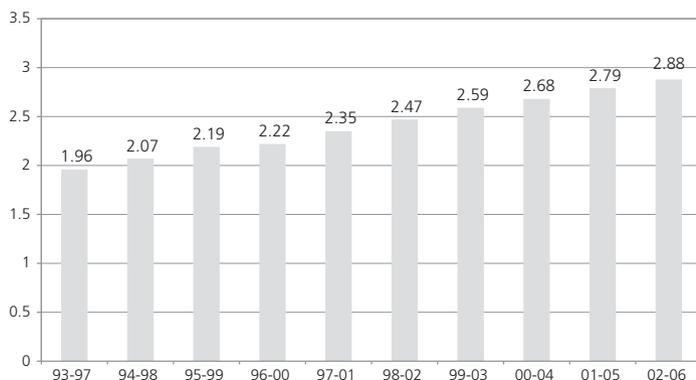


Como se observa en la Gráfica 18, la evolución de la productividad de los científicos mexicanos parece haber transitado por tres fases. Durante la primera (1984-1991), la productividad científica es decreciente, pasando de 0.9 artículos por investigador a 0.31. En la segunda fase (1992-2000) se aprecia una recuperación importante, y en el tercer periodo la productividad científica parece decrecer nuevamente (2001-2006). Este fenómeno podría estar explicado por importantes «oleadas» de investigadores que son aceptados en el SNIInv. Dado que el apoyo a la producción de conocimiento científico no ofrece resultados en el corto plazo, la entrada masiva de nuevos investigadores al programa no se refleja inmediatamente en un incremento del número de artículos publicados.

2.4.1.1 Factor de impacto de la producción científica mexicana

Como ya se ha señalado, aunque México ha hecho un esfuerzo importante para incrementar la producción de conocimiento científico, este esfuerzo todavía no se ve reflejado en un incremento de su participación a nivel mundial, y más aun si medimos el impacto de estos artículos por el número de citas que reciben. Lo que se aprecia es que el factor de impacto apenas si se ha modificado en los últimos 15 años (Gráfica 19).

GRÁFICA 19. Factor de impacto de la producción científica mexicana, 1993/97 - 2002/06



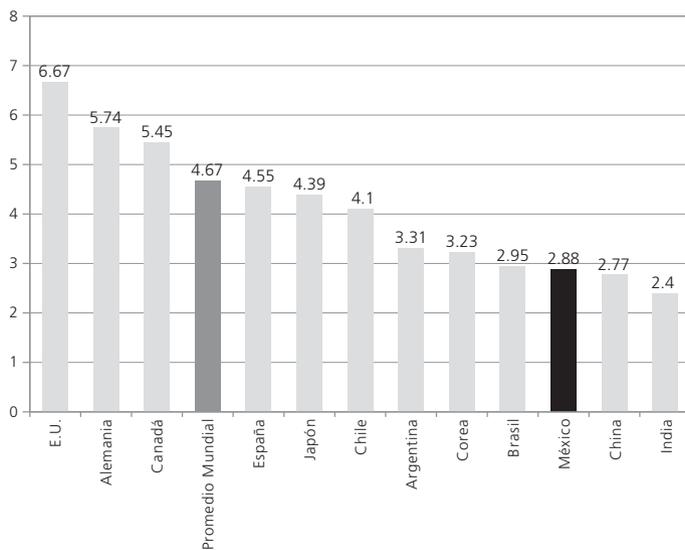
FUENTE: CONACYT (2007b) con datos del ISI.

La Gráfica 19 pone de manifiesto que en el periodo 1993-1997 el promedio del factor de impacto de las publicaciones científicas mexicanas fue de 1.96, elevándose a 2.8 en el periodo 2002-2006. Esto significa que en diez años el número de citas por artículo creció solamente alrededor de un 50%. Una cita más en cada artículo.

Si se compara a México con otras naciones encontramos que su factor de impacto (2.9) supera al de India (2.4) y al de China (2.7), está apenas por debajo de Brasil (2.95), y es menor al de Corea (3.2) y Argentina (3.3), y muy por debajo del promedio mundial, que es de 4.6 (Gráfica 20). Sin embargo este indicador debe tomarse con precaución pues el número de citas no necesariamente refleja la calidad del artículo. Hay factores que podrían distorsionar el indicador, por ejemplo el rápido crecimiento de China e India ha atraído la atención de numerosos estudiosos, lo cual ha incrementado la lectura de artículos publicados por investigadores de esos países, en un intento de encontrar explicaciones sobre el fenómeno de su crecimiento económico.

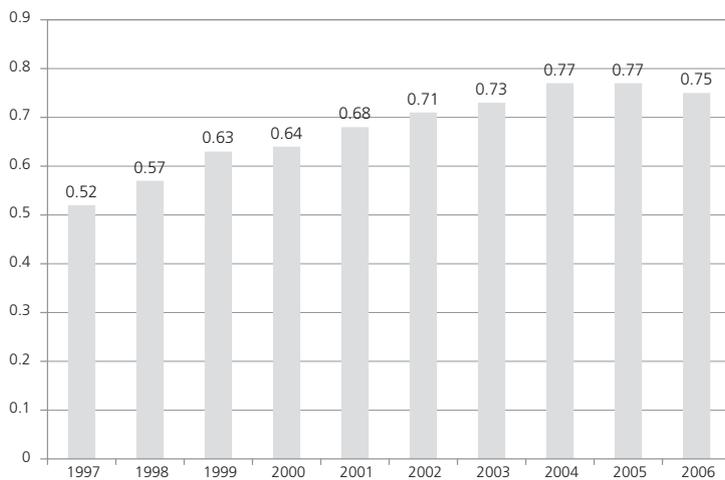
Con relación a la participación de México en el total mundial de la producción de conocimiento científico, ésta ha sido históricamente poco significativa, y aunque su contribución ha crecido lentamente desde 1997, se mantiene aún por debajo del 1%, lo cual pone al país en uno de los últimos lugares del grupo de países que conforman la OCDE (Gráfica 21).

GRÁFICA 20. Factor de impacto de la producción científica por países seleccionados



FUENTE: CONACYT (2007b) con datos del ISI.

GRÁFICA 21. Participación de México en la producción científica mundial, 1997-2006



FUENTE: CONACYT (2007b) con datos del ISI.

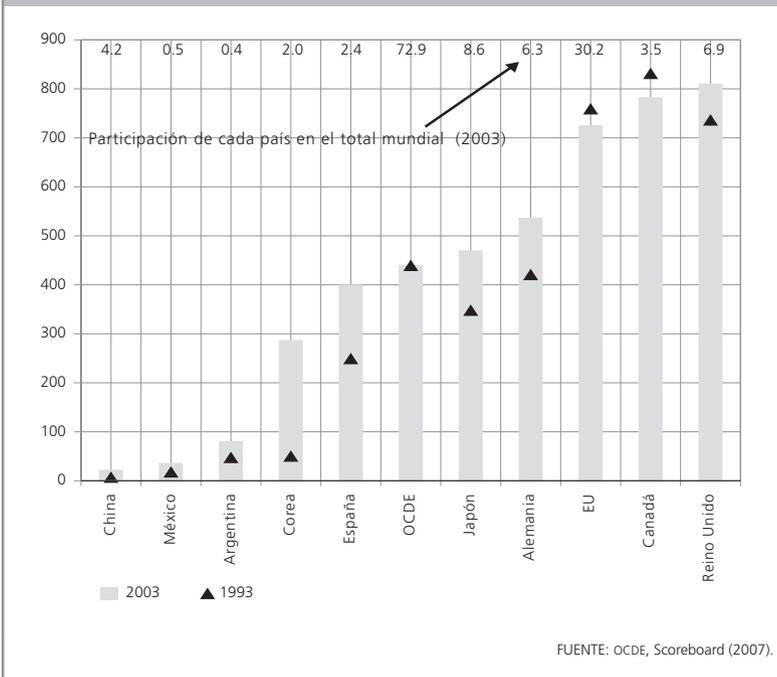
La Gráfica 22 presenta el número de artículos científicos por cada millón de habitantes en 1993 y en 2003, y la participación en el total mundial de la producción de conocimiento científico en 2003. Aunque Estados Unidos es el país con mayor participación en la producción mundial de conocimiento, los datos muestran que ha reducido su producción por millón de habitantes. En contraste, otros países con menor participación han mejorado sustancialmente su posición, como Corea, Japón, Alemania y España. Esto sugiere una posible tendencia hacia un cambio en la localización de la producción de conocimiento. México tiene una baja participación en la producción mundial y ha mejorado levemente en el número de artículos por millón de habitantes, lo que muestra que a pesar del esfuerzo realizado apenas ha seguido el paso del crecimiento de la población. A su vez China es un caso extremo, que tiene ya un porcentaje importante de la producción mundial de conocimiento (4.2%), pero que crece a ritmos muy inferiores a su población.

2.4.1.2 Concentración institucional, especialización y dispersión temática

Otra característica notable de la producción científica en México es su alta concentración institucional. Tan sólo 15 de un total de 85 instituciones académicas y de investigación concentran el 70.4% del total de artículos publicados en revistas ISI. La UNAM por sí sola da cuenta del 31%, el CINVESTAV participa con el 8.4%, la UAM con el 7%, el IMSS con el 4.3% y el IPN con el 3.5%. Estas cinco instituciones concentran el 54% de todas las publicaciones.

En lo que se refiere a la especialización, es decir, el coeficiente que mide en qué campos del conocimiento existe un mayor número de publicaciones, algunos estudios (FCCT, 2006a) han encontrado que México se ha especializado más en la producción de conocimiento en áreas como física, biología vegetal, biología animal, agricultura, ganadería, pesca, ciencias de los alimentos, ingeniería eléctrica, electrónica y tecnologías de las comunicaciones. Al lado de este proceso de especialización otros patrones parecen estar emergiendo, ya que mientras el volumen de las publicaciones ha estado creciendo constantemente, la dispersión temática lo ha hecho también. Así, por ejemplo, mientras en 1990 el total de publicaciones cubría alrededor de 185 temas científicos, en 2004 se publicaron artículos que cubrían 220 campos de la ciencia.

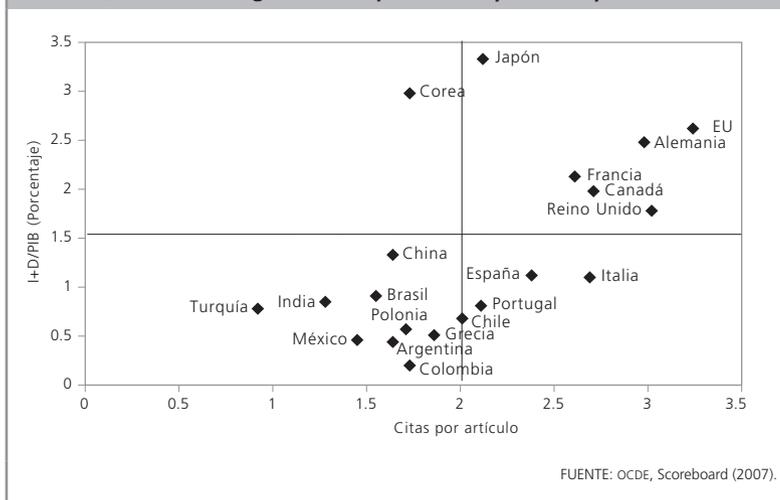
GRÁFICA 22. Artículos científicos por millón de habitantes y participación porcentual en el total mundial de artículos publicados



2.4.1.3 Gastos en I+D y producción científica

Quizás el mejor indicador para medir la capacidad productiva de un país en lo que se refiere al conocimiento científico, así como su impacto, es la relación que guarda el GIDE como porcentaje del PIB y el número de citas por artículo publicado (factor de impacto). Si los gastos en I+D expresan en alguna medida el esfuerzo de un país por impulsar la producción de conocimiento científico y tecnológico, entonces debería esperarse que cuanto más invierta en I+D ese país debería ser capaz de producir más artículos de alto impacto. La Gráfica 23 muestra esta asociación para un conjunto de países seleccionados. Como se puede observar, la mayoría de los países avanzados se encuentran en el cuadrante con gastos más altos en I+D y mayor impacto de publicaciones científicas. México por el contrario se ubica en el cuadrante de aquellos países con bajos niveles de inversión en I+D y bajo impacto de sus publicaciones científicas.

GRÁFICA 23. Relación entre gastos en I+D y factor de impacto de la producción científica



Si clasificamos a México considerando todos los países y todos los campos en los que se produce conocimiento científico, encontramos lo siguiente: medido por el número de publicaciones, México ocupa la posición 31 entre todos los países del mundo, y medido por el número total de citas que reciben todas sus publicaciones se ubica en la posición 33. Si se toma en cuenta el número de citas por artículo entonces ocupa el lugar 84 (FCCT, 2006a).

2.4.2 Patentes

El número y la calidad de las patentes que se producen en un país constituyen algunos de los principales indicadores para medir la capacidad de un SNI para generar productos novedosos. En esta sección se analiza el número de patentes solicitadas y otorgadas, pero no se aborda su impacto.

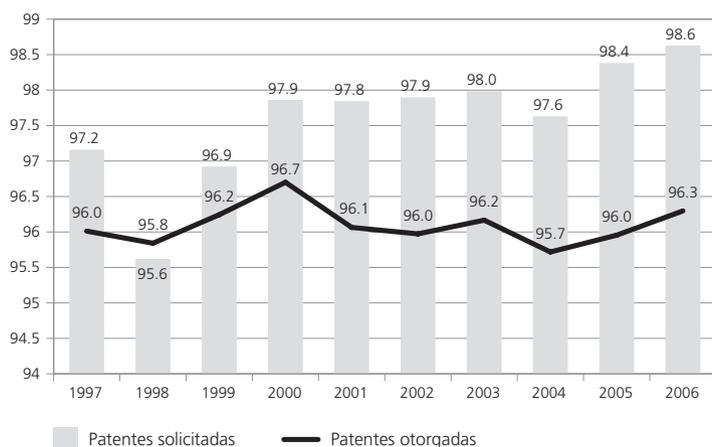
La tasa de crecimiento de las solicitudes para registrar patentes en México creció en promedio 4.5% durante el periodo 1997-2006. La tasa de crecimiento de las patentes otorgadas fue considerablemente más alta (11.8%). Este importante aumento en la tasa de patentamiento podría estar reflejando dos fenómenos. Por un lado, la creciente importancia que el sector industrial mexicano está dando a las actividades de innovación, lo cual estaría diciendo que las empresas mexicanas se están volviendo

más innovadoras. Por otro lado, podría ser el resultado del proceso de globalización en el cual México se ha insertado a partir de la firma del tratado de libre comercio con Estados Unidos y Canadá, y con muchos otros países, y la incorporación a bloques comerciales en distintas regiones del mundo. En este contexto, la globalización habría hecho crecer la importancia que el mercado mexicano tiene para las empresas extranjeras, especialmente para las multinacionales, quienes ven la necesidad de patentar en México como una forma de proteger sus invenciones contra potenciales competidores dentro de un mercado cada vez más abierto. Las gráficas 24 y 25 proporcionan algunas ideas para responder a estas interrogantes.

Durante el periodo 1997-2006, el 96% del total de solicitudes de patentes fueron realizadas por no residentes, es decir, agentes que no están radicados en México. Sólo 4% de las solicitudes fueron efectuadas por nacionales residentes. Las patentes otorgadas a no residentes presentan el mismo patrón; incluso, como se puede apreciar, el porcentaje de patentes otorgadas a nacionales se contrajo durante el periodo, pasando de 2.8% en 1997 a 1.4% en 2006. Es aun más importante el hecho de que los agentes mexicanos no han cambiado su comportamiento, es decir, mantienen un bajo nivel de patentamiento. El nivel de patentamiento de la industria mexicana es tan reducido como lo era a principios de los noventa. Por lo tanto se podría concluir que las medidas de



GRÁFICA 25. Solicitud y otorgamiento de patentes en México a no residentes (% del total)



FUENTE: CONACYT (2007b).

política que ha venido implementando el gobierno mexicano durante la última década no han tenido efectos relevantes sobre la conducta de los agentes del SNI en México en términos de su propensión a patentar.

Como se ha señalado, la solicitud y el otorgamiento de patentes a no residentes crecieron durante todo el periodo. Mientras que la solicitud de patentes por no residentes aumentó 1.5 veces, las patentes otorgadas a agentes en el extranjero creció 2.5 veces (Cuadro 20). Esto significa que las empresas extranjeras están ahora más preocupadas por la protección de sus derechos de propiedad en México que en el pasado. Como se expuso arriba, esto puede explicarse por el hecho de que la economía mexicana se ha convertido en una de las economías más abiertas del mundo, lo que ha promovido un mayor nivel de competencia entre las empresas extranjeras que operan en el mercado mexicano.

CUADRO 20. Patentes solicitadas y patentes otorgadas en México: 1997-2006

Año	Patentes solicitadas			Patentes otorgadas		
	Residentes	No residentes	Total	Residentes	No residentes	Total
1997	420	10,111	10,531	112	3,832	3,944
1998	453	10,440	10,893	141	3,078	3,219
1999	455	11,655	12,110	120	3,779	3,899
2000	431	12,630	13,061	118	5,401	5,519
2001	534	13,032	13,566	118	5,360	5,478
2002	526	12,536	13,062	139	6,472	6,611
2003	468	11,739	12,207	121	5,887	6,008
2004	565	12,629	13,194	162	6,676	6,838
2005	584	13,852	14,436	131	7,967	8,098
2006	574	14,926	15,500	132	9,500	9,632

FUENTE: Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual (IMPI) 2007.

2.4.2.1 Empresas extranjeras y patentamiento en México

Los agentes que residen en el extranjero son los mayores patentadores en México, y además la mayoría de esos agentes son corporaciones multinacionales. En 2006, 32 multinacionales poseían el 20% del total de patentes otorgadas en México a no residentes, y de éstas, tan sólo 13 empresas detentaban más de 50 patentes cada una (Cuadro 21).

Por otra parte, las patentes extranjeras están muy concentradas en un puñado de países; por ejemplo, las empresas de EUA tienen el 54.5% de las patentes concedidas, Alemania el 9.2%, Francia el 7.5%, Suiza el 5.3, Japón el 4% y el Reino Unido el 1.3% (Gráfica 26).

El Cuadro 22 lista las principales organizaciones patentadoras mexicanas. La primera posición la ocupa un CPI (el IMP), otros dos CPI ocupan las posiciones cuarta y quinta (IIE y CIQA).

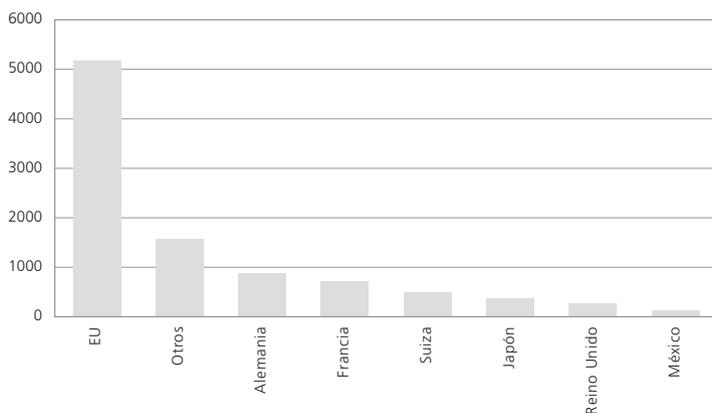
2.4.2.2 Patentes de mexicanos en el extranjero

Aunque la capacidad para generar patentes por parte de los agentes mexicanos del SNI es en general poco significativa comparada con los estándares internacionales, durante los últimos diez años algunas empresas mexicanas o individuos se han vuelto más activos en la solicitud de patentes en otros países, particularmente en Estados Unidos (Gráfica 27).

CUADRO 21. Principales empresas extranjeras con patentes otorgadas en México, 2006

	Empresas	País	N° de patentes
1	Thomson Licensing, SA	Francia	232
2	Procter and Gamble	EUA	216
3	Kimberly-Clark INC.	EUA	192
4	Bayer	Alemania	94
5	Qualcom Incorporated	EUA	92
6	Hoffman-La Roche AG	Suiza	91
7	Basf	Alemania	88
8	Illinois Tool Works INC.	EUA	87
9	General Electric	EUA	81
10	3M (Innovative Properties Company)	EUA	76
11	Unilever NV	Holanda	64
12	Astrazeneca AB	Suecia	54
13	Sanofi-Aventis	Alemania	51
14	Ciba	Suiza	49
15	Shell International Research	Holanda	45
16	Honda	Japón	37
17	Matsuchita Electric Industrial Co.	Japón	37
18	Nestle SA	Suiza	36
19	L'Oréal	Francia	33
20	Norvartis AG	Suiza	32
21	Sony Co.	Japón	31
22	Ericsson	Suecia	21
23	Nokia	Finlandia	21
24	Inventio AG	Suiza	20
25	Aventis Pharma	Francia	18
26	Janssen Pharmaceutica NV	Bélgica	16
27	SCA Hygiene Product AB	Suecia	15
28	DCA Design International Limited	Reino Unido	15
29	Sigma-Tau Industrie Farmaceutiche	Italia	15
30	Outokumpu Oyj	Finlandia	13
31	H. Lundberg A/S	Dinamarca	9
32	Total		1,881

FUENTE: CONACYT (2007b) con información del IMPI.

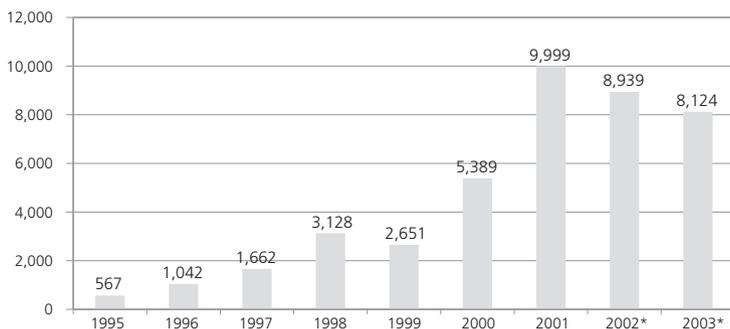
GRÁFICA 26. Patentes otorgadas en México por nacionalidad del solicitante, 2006

FUENTE: CONACYT (2007b) con datos del IMPI.

CUADRO 22. Principales organizaciones mexicanas con patentes otorgadas, 2006

Empresas	Patentes
Instituto Mexicano del Petróleo (IMP)	13
Condux Services (SA de CV)	8
Bimbo Corporativo	6
Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE)	5
Centro de Investigación en Química Avanzada (CIQA)	4

FUENTE: CONACYT (2007b) con información del IMPI.

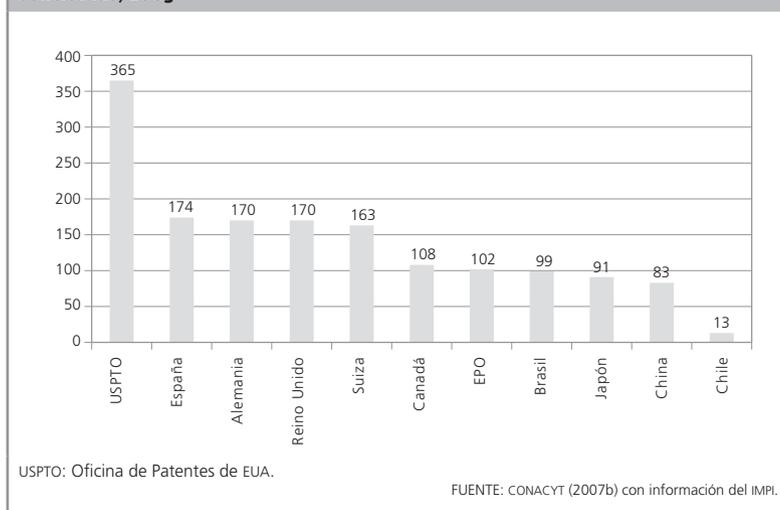
GRÁFICA 27. Evolución de la solicitud de patentes hecha por mexicanos en el extranjero, 1995-2003

FUENTE: CONACYT (2007b) con datos del IMPI.

En 1995 los mexicanos solicitaron el registro de 567 patentes en el extranjero, para 2003 el número de solicitudes se había incrementado a 8,124, catorce veces más. En realidad los mexicanos tienden a patentar más en países avanzados que en México debido a que la competencia y la posibilidad de perder los derechos de propiedad son más fuertes en los primeros.

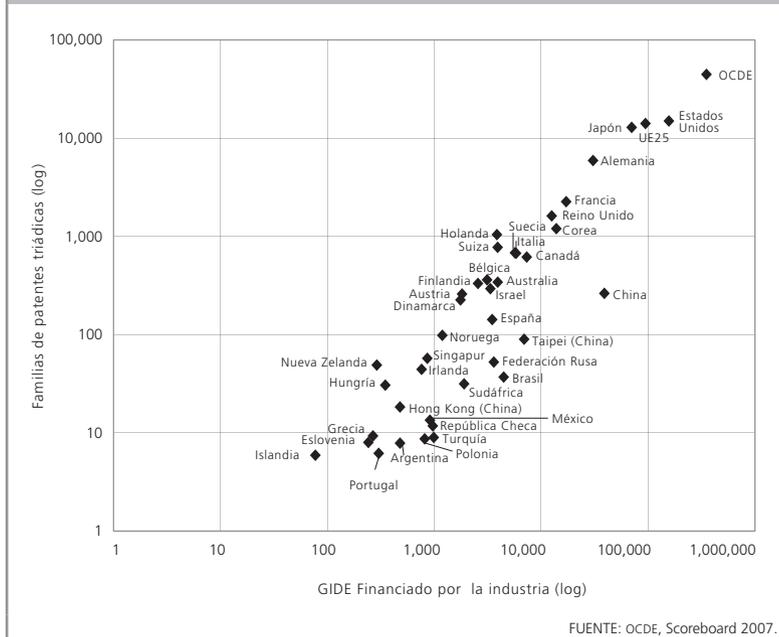
Debido a la fuerte relación económica y tecnológica que existe entre México y Estados Unidos, así como a la gran importancia del mercado estadounidense, no debe extrañar que la mayoría de las solicitudes hechas por mexicanos en el extranjero se realicen en los EUA. En el año 2003 el 4.5% de las solicitudes de patentes en el extranjero hechas por mexicanos se realizó en los EUA. En contraste, la oficina de patentes europea sólo contaba con el 1.2%, aunque países como España, Alemania y Reino Unido habían recibido un número de solicitudes mayor que la propia oficina de patentes europea. (Gráfica 28).

GRÁFICA 28. Patentes solicitadas por mexicanos por país en el cual fueron solicitadas, 2003



Un análisis de la intensidad del patentamiento, basado en la familia de patentes compuesta por las tres principales oficinas de registro en el mundo (*Triadic Patent Families*), muestra a México como uno de los países de la OCDE con más bajo desempeño en lo que se refiere a la capacidad para generar patentes. Una comparación con algunas economías emergentes muestra que México tiene un rezago importante respecto de China, Brasil y Corea. México también está muy por debajo de España y del promedio de la OCDE (Gráfica 29).

GRÁFICA 29. Intensidad de patentamiento: una comparación internacional



2.4.2.3 Indicadores de dependencia, capacidad inventiva y difusión

A nivel internacional se utilizan tres indicadores para medir diferentes dimensiones de la actividad de patentamiento: coeficiente de dependencia, coeficiente de invención y tasa de difusión.

Coeficiente de dependencia

El coeficiente de dependencia se define como el número de patentes solicitadas por extranjeros dividido entre el número de patentes solicitadas por residentes nacionales. Este coeficiente es un indicador (*proxy*) que permite medir qué tanto un país depende de las innovaciones desarrolladas en el extranjero. Como se puede apreciar en el Cuadro 23, el coeficiente de dependencia de México ha estado creciendo ligeramente en los últimos años, al pasar de 24 en 1997 a 26 en 2006. Debe notarse que el coeficiente de dependencia en el año 1995 era de 11.5, por lo que respecto de ese año la dependencia se ha duplicado. Ello estaría indicando que México se está volviendo cada vez más dependiente de las tecnologías externas.

CUADRO 23. Coeficiente de dependencia, coeficiente de invención y tasa de difusión

Año	Coeficiente de dependencia	Coeficiente de invención	Tasa de difusión
1997	24.07	0.04	0.40
1998	23.05	0.05	0.57
1999	25.62	0.05	0.51
2000	29.30	0.04	0.72
2001	24.40	0.05	0.56
2002	23.83	0.05	0.47
2003	25.08	0.05	0.52
2004	22.35	0.05	0.50
2005	23.72	0.05	0.49
2006	26.00	0.05	-

FUENTE: CONACYT (2007b).

CUADRO 24. Coeficiente de dependencia, coeficiente de invención y tasa de difusión por países seleccionados

País	Coeficiente de dependencia	Coeficiente de invención	Tasa de difusión	Patentes otorgadas en USPTO	
				2004	2005
Alemania	0.22	5.87	0.28	11,367	9,575
Canadá	6.70	1.63	3.45	3,781	3,177
España	0.11	0.69	1.65	312	318
EUA	0.88	6.38	0.71	94,110	82,562
Japón	0.14	28.8	0.40	37,034	31,834
México	25.1	0.05	0.52	102	95
Reino Unido	0.56	3.22	0.86	3,905	3,560
Turquía	0.69	0.06	0.21	19	10
Argentina	4.85	0.20	0.27	50	29
Brasil	3.80	0.21	0.20	161	98
Chile	4.63	0.37	0.20	18	12

FUENTE: CONACYT (2007b).

El Cuadro 24 muestra el desempeño de México entre una muestra de países seleccionados utilizando los tres indicadores ya mencionados: el coeficiente de dependencia, el coeficiente de invención y la tasa de di-

fusión. Como se puede apreciar, México aparece como uno de los países con más alto nivel de dependencia, no sólo en comparación con países avanzados sino también respecto de algunos países latinoamericanos como Chile, Argentina y Brasil.

Coefficiente de invención

El coeficiente de invención se define como el número de patentes solicitadas por agentes residentes en el país por cada 10 mil habitantes. Este coeficiente es un indicador *proxy* de las capacidades de innovación de una nación. Como se puede apreciar en el Cuadro 23, este indicador no muestra cambios significativos durante el periodo 1997-2006, se ha mantenido en alrededor del 0.05. Si se compara con algunos países seleccionados, México aparece con el coeficiente de invención más bajo (Cuadro 24); se encuentra ligeramente por debajo de los países latinoamericanos antes mencionados, con un desempeño similar al de Turquía y muy por debajo del país con mejor desempeño: Japón. Mientras este país tiene un coeficiente de invención del 28.8, México sólo alcanza el 0.05.

Tasa de difusión

La tasa de difusión es el coeficiente que resulta de dividir el número de patentes solicitadas por mexicanos en el extranjero entre las patentes totales. Este indicador es un *proxy* que intenta medir la difusión de las innovaciones mexicanas en el extranjero. La tasa de difusión de las innovaciones mexicanas apenas si ha variado en los últimos diez años, pasando de 0.40 a 0.49 entre 1997 y 2006. El Cuadro 24 muestra que la tasa de difusión de México es mejor que la de Chile y Brasil (0.2), Argentina (0.27) y Turquía (0.21).

2.5 Elementos del marco regulatorio del Sistema Nacional de Innovación

A los efectos de complementar la caracterización del SNI, en esta sección se presenta una breve descripción del marco regulatorio específico de la c&t y del marco regulatorio vigente, que afecta a estas actividades. Un análisis más detallado se presenta en el Capítulo 3.

2.5.1 El marco regulatorio específico de la C&T

En gran medida por su naturaleza específica, la generación de distintos tipos de conocimiento orientado hacia la innovación produce objetos que no se intercambian en mercados competitivos. Por ello, en el caso específico de las actividades de CTI, se deben considerar no sólo las condiciones de mercado sino también un conjunto amplio de reglas y normas que establecen otros condicionamientos diversos para esas actividades y para la circulación de sus resultados. Ese marco regulatorio incluye restricciones a las acciones de individuos y organizaciones, surgidas, por un lado, de ordenamientos jurídicos, y, por el otro, de códigos de conducta, rutinas o hábitos de los agentes mismos. Es importante destacar que no sólo las leyes u otros ordenamientos relativos a la C&T vigentes en México conforman el marco referido, se requiere que los agentes realicen e instrumenten las prácticas establecidas por dichos ordenamientos, para que éstos adquieran el carácter de reglas o normas de tipo regulatorio.

De acuerdo a este concepto de marco regulatorio, la regulación no es sólo el proceso que surge de la puesta en práctica de la política pública relativa a las actividades de CTI. Este proceso tiene lugar y es condicionado por los componentes relativos a las diversas medidas de política.

En el caso mexicano existen definiciones legales específicas del componente del marco regulatorio que está más cercano a las actividades de CTI, y de aquella fase de la regulación que está regida por la política de Estado en CTI.

El componente del marco regulatorio que se relaciona de manera estrecha con CTI comprende:

- Los principios orientadores e instrumentos legales, administrativos y económicos de apoyo a la investigación científica y tecnológica que estipula la ley de C&T (LCT) y otros ordenamientos.
- Los procedimientos de concertación, coordinación, participación y vinculación definidos conforme a la LCT y otras leyes aplicables.
- Las disposiciones aplicables a las actividades de investigación científica de las universidades y otras IES.

Por su parte, la fase de la regulación que por medio de la ley de C&T integra las políticas relativas a CTI en una política de Estado opera sobre las siguientes bases:

- Incrementar la capacidad científica y tecnológica y orientarla a resolver los problemas nacionales.

- Actualizar y mejorar la educación y la cultura mediante el desarrollo de la ciencia básica y la tecnología.
- Incrementar la productividad y la competitividad a partir del desarrollo y la innovación tecnológica.
- Integrar esfuerzos de los diversos sectores para impulsar áreas de conocimiento estratégicas para el desarrollo del país.
- Descentralizar las actividades científicas y tecnológicas para fortalecer el desarrollo regional.
- Promover procesos participativos que definan prioridades y optimicen los recursos otorgados para la ciencia y la tecnología.

Estas bases, que son referidas explícitamente en la ley de C&T, fundamentan la formulación de la política de Estado, y permiten definir puntualmente los objetivos de largo plazo de la política de CTI y guiar al SNI en su conjunto. Dicha política es definida por el Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, y se expresa mediante el Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2000-2006 (PECYT) y los programas sectoriales y regionales en la materia (véanse capítulos 3 y 4).

2.5.2 Características generales del marco regulatorio vigente

Los cambios institucionales, que surgieron de alteraciones en ordenamientos legales, atañen de muy diversas formas a los agentes del SNI. La trama de dichos ordenamientos (y sus consecuencias sobre las conductas de los agentes) y la constitución de organizaciones configuran el marco regulatorio de dicho sistema.⁷

Una forma de enumerar los componentes de este marco es partir de aquellas reglas establecidas de forma específica para las actividades de C&T e ir agregando ordenamientos sobre otras actividades que se traslapan con (o comprenden a) las relativas a CTI.

El cambio legal operado entre 1999 y 2006 respecto a las actividades de CTI está referido a distintos conjuntos de leyes. Entre 1999 y 2004 comprende principalmente a las leyes de Ciencia y Tecnología (LCT de

7 Para identificar el marco regulatorio es necesario analizar las instituciones formales surgidas, por lo menos, de ciertos subconjuntos de las 243 leyes federales vigentes y 73 reglamentos de las leyes federales existentes, que influyen directa o indirectamente en las actividades de CTI. También sería necesario incorporar otros ordenamientos originados en los niveles de gobierno estatal y municipal.

2002, que reforma la de Fomento de la Investigación Científica y el Desarrollo Tecnológico, de 1999), Orgánica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (LOC) y a los aspectos conexos de aquellas referidas al presupuesto, la estructura de la administración pública federal (AFP) y la constitución de entidades paraestatales.⁸ En 2005 y 2006 se modifican nuevamente las LCT, leyes de presupuesto y de entidades paraestatales y se agregan las leyes de Adquisiciones y la de Responsabilidades Administrativas de los Servidores Públicos para extender la autonomía específica de los CPI.⁹

Las primeras modificaciones legales se concretaron en 1999 por medio de la aprobación de la Ley de Fomento mencionada. En septiembre de 2001 la administración del presidente Fox planteó modificaciones legales adicionales al emitir el Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECYT). La LCT y la LOC promulgadas en 2002, así como el nuevo reglamento del Sistema Nacional de Investigadores (SNIIV) de 2003 y la modificación de la LCT para incluir que el 1% del PIB debe ser destinado a la inversión en C&T, continuaron y culminaron esa fase de reformas legales y cambio institucional.

Luego, en 2005 y 2006, se aprobó el conjunto de modificaciones legales que hace posible que los CPI tengan autonomía de gestión presupuestal y mayor agilidad en la administración de los recursos presupuestales, capacidad para vincularse efectivamente con empresas públicas y privadas con el objetivo de desarrollar proyectos conjuntos de desarrollo tecnológico, y condiciones más adecuadas para incentivar y comprometer a sus investigadores en dichos proyectos. Estos cambios definen de una forma específica el régimen de autonomía de dichos CPI.¹⁰

Los sistemas de reglas formales emanadas de esos ordenamientos no son los únicos que rigen las actividades de C&T y, mucho menos aun, la innovación. Otros incentivos que no están directamente asociados a las actividades de CTI, y surgen de otras instituciones y emanan de legislaciones diversas, también impactan en este marco regulatorio.

Es pertinente distinguir entre instituciones formales y ordenamientos jurídicos. El marco regulatorio del SNI es un conjunto estructurado de reglas y normas. Algunas partes de este conjunto se originan y emanan de

8 Estas últimas son las leyes federales de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria y de Entidades Paraestatales, y la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.

9 Las mencionadas en último término son la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público y la Ley Federal de Responsabilidades Administrativas de los Servidores Públicos.

10 Un detallado análisis de estas reformas está en Ortega y Rocher (2006).

leyes, decretos presidenciales, reglamentos y otros ordenamientos de menor jerarquía, y configuran las instituciones formales como un subsistema de reglas que es usado y puesto en práctica por agentes y organizaciones. Tal subsistema se conforma en la práctica de manera independiente en relación con esos ordenamientos escritos de diferente índole —legales, por decreto, reglamentarios, etc.—. A las instituciones formales así constituidas se les agregan rutinas, hábitos, códigos de conducta de agentes y organizaciones que conforman el subsistema de las instituciones informales.

Las instituciones relativas a la educación, a la propiedad y a la competencia comprenden y se traslapan, en buena medida, con las reglas relativas a C&T.¹¹ Las normas que articulan las organizaciones públicas y privadas de educación superior entre sí y con otras que están definidas en las leyes respectivas a nivel federal y estatal influyen en todas las actividades de I+D. Las reglas emanadas de las leyes de propiedad intelectual e industrial, y de inversión extranjera y de competencia, son cruciales. Por ello, es notable, por lo menos, la carencia de menciones a las leyes de propiedad intelectual e industrial en la legislación de C&T, y las muy escasas menciones a las leyes de educación. Esta desconexión entre los subconjuntos de *instituciones de educación superior, propiedad intelectual e industrial y competencia económica* con el subconjunto correspondiente a CTI dificulta las posibilidades de diseñar incentivos y reguladores específicos para las organizaciones de educación superior, de C&T, y empresas.

La articulación puntual entre estas leyes y la LCT debe considerarse expresamente porque de dicha articulación surge una parte principal de las instituciones formales que condicionan las políticas de CTI. En este sentido se destacan por lo menos tres puntos importantes que no tienen criterios legales definidos, pero que, para los CPI, son responsabilidad de sus respectivos órganos de gobierno. Estos puntos son: 1) la participación que tendrán, por un lado, las empresas, y por otro, los grupos y

11 En lo relativo a la educación deben considerarse como generadoras de instituciones las leyes generales de Educación y de Bibliotecas, la ley para la coordinación de la educación superior y las orgánicas de todas las instituciones de educación superior, como por ejemplo la UNAM, la UAM, la UAAAN, el IPN o el INAH y de CPI. También contienen aspectos relativos a la investigación y la educación superior en ámbitos específicos las leyes de los institutos nacionales de salud y las generales de vida silvestre y del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. Respecto a la propiedad intelectual e industrial son sumamente relevantes las leyes federales del derecho de autor, sobre metrología y normalización y de telecomunicaciones, y las de la propiedad industrial y de bioseguridad de organismos genéticamente modificados. Las instituciones que regulan la competencia están consideradas en muchos ordenamientos que comprenden toda la economía o algunos sectores económicos en particular. Entre ellos destacan el Código de Comercio, las leyes federales de Competencia Económica y para el Fomento de la Microindustria y la Actividad Artesanal y las leyes Aduanera, de Comercio Exterior, de Concursos Mercantiles, para el Desarrollo de la Competitividad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa y la que crea el Fondo de Fomento a la Industria y de garantías de valores mobiliarios.

centros de investigación en los beneficios de los desarrollos tecnológicos generados conjuntamente; 2) las formas específicas de asignar derechos de propiedad a los investigadores que plasman resultados originales en artículos científicos, patentes, certificados de propiedad o marcas cuando estos procesos ocurren en intersecciones que comprenden dos o más organizaciones, como en el caso de las vinculaciones del tipo universidad-empresa; y 3) la distribución de beneficios y costos que se requiere hacer en los proyectos de investigación cuando se extienden y se profundizan las relaciones entre empresas y grupos de investigación formando consorcios privado-públicos, y que comprometen tanto intereses corporativos, organizacionales e individuales, como formas de competencia por medio de la compleja trama que allí se configura.

El hecho de que los CPI tengan la capacidad de definir criterios y reglas específicas sobre los puntos anteriores constituye un gran avance para el desarrollo de actividades científicas y tecnológicas orientadas a la innovación. No obstante, la carencia de criterios legales comprensivos deja a todos los grupos y centros de investigación sin una referencia general, cuando sobre todo en las IES se realiza la inmensa mayoría de las actividades de C&T que tendrían que orientarse hacia la innovación.

Existen otros tres subconjuntos institucionales que debieran ser revisados, dado su peso sobre los costos y beneficios de las empresas, y, en su caso, modificados, en concordancia con los subconjuntos erigidos sobre la legislación de C&T y de educación, propiedad y competencia con la intención y finalidad de alentar la innovación. Ellos son los siguientes: las instituciones fiscales, las financieras y las laborales.

Las instituciones fiscales no están sólo compuestas por los estímulos fiscales a la I+D privada, sino que también están formadas por todas las reglas sobre impuestos, otros tributos y estímulos condicionantes de los gastos en inversión y conexos.¹² Estas reglas están fincadas, principalmente, en la legislación fiscal y presupuestal del gobierno, pero también emanan de las leyes relativas a la industria, el comercio, los recursos naturales y el ambiente.

Las instituciones financieras rebasan con mucho la trama que rige a los fondos de fomento (institucionales, sectoriales, mixtos, internacionales), e incluyen, por lo menos, aquellas que respaldan los programas de subsidios y créditos de la Secretaría de Economía, NAFIN, Bancomext y

12 Las instituciones fiscales principales emanan del Código Fiscal de la Federación, la ley federal de derechos y de las leyes del impuesto al valor agregado, del impuesto sobre la renta, del impuesto especial de producción y servicios, del impuesto al activo, de obras públicas y servicios relacionados con las mismas y de adquisiciones, arrendamientos y servicios del sector público.

otros.¹³ Al mismo tiempo también están integradas por todas las reglas referidas a las formas de obtener financiamiento para la inversión mediante los diferentes segmentos del mercado de capitales. La legislación relativa a las instituciones de crédito y al mercado de valores es fundamental para delimitar y establecer estas otras reglas.

Las instituciones laborales comprenden, además de las reglas explícitas para contratar personal científico y técnico incluidas en las instituciones de C&T, todas las otras reglas relativas a la capacitación y calificación de diversos estratos de mano de obra donde se erigen las políticas que realiza la Secretaría del Trabajo y Previsión Social y otras dependencias.¹⁴ A la vez, las reglas relativas al empleo y al salario influyen en las posibilidades de incorporar personal altamente calificado a las empresas. Por ello, la legislación laboral y de seguridad social donde ellas se fincan resulta relevante.

13 Las instituciones financieras principales provienen de las leyes generales de títulos y operaciones de crédito, de organizaciones y actividades auxiliares del crédito, y las leyes del mercado de valores, de instituciones de crédito, de inversión extranjera, de sociedades de inversión, de sociedades de responsabilidad limitada de interés público, de sociedades de solidaridad social, de transparencia y de fomento a la competencia en el crédito, y de ahorro y crédito popular.

14 Las instituciones laborales principales surgen de las leyes federales del Trabajo y de los trabajadores al servicio del Estado.

Gobernanza del Sistema Nacional de Innovación: el papel de la política pública

ESTE CAPÍTULO ABORDA varios aspectos que condicionan la construcción de la gobernanza del Sistema Nacional de Innovación (SNI). Inicia con una descripción analítica de la evolución de la política de ciencia, tecnología e innovación (CTI) basada en una caracterización de sus concepciones subyacentes. Enumera políticas públicas relativas a diferentes áreas de la economía que también tienen efectos significativos sobre las actividades innovadoras. Incluye un análisis detallado de la estructura de gobernanza del SNI y una reflexión sobre el papel que los Centros Públicos de Investigación (CPI) tienen para su concreción. En conjunto, la exposición busca poner en claro las condiciones, formales e informales, jurídicas y políticas, que posibilitan que se gesten y ponga en práctica esa capacidad endógena de coordinación, regulación y conducción que se denomina la gobernanza del SNI.

3.1 La evolución de la política de CTI

3.1.1 Las concepciones subyacentes¹

Ante los problemas existentes en México, y según distintas interpretaciones sobre la inserción de la economía mexicana en el contexto global, los gobiernos de los últimos siete sexenios han elegido estrategias de política de CTI (PCTI) que respondieron a distintas concepciones y condujeron a las actividades de CTI por divergentes rumbos. Es posible distinguir concepciones implícitas subyacentes en las decisiones presupuestales, los programas e instrumentos asociados a las políticas y la legislación vigente en la materia. Ellas provienen de racionalidades y culturas de distintos

1 Basado en Casas (2006a).

agentes que buscan, mediante estos instrumentos, ver satisfechos sus requerimientos en materia de desarrollo científico y de innovación. El análisis sugiere la existencia de cuatro concepciones subyacentes de la PCTI:

1. La concepción académica, que se origina en propuestas de los investigadores científicos, se enfoca principalmente hacia la política para la ciencia; es decir, plantea el aumento de recursos para el desarrollo científico y la preservación de las normas tradicionales de autonomía, integridad, objetividad y control sobre los fondos y la organización del trabajo.
2. La concepción de gestión pública, que impulsan funcionarios y profesionales de la administración del Estado, mediante sus agencias, comités, consejos y cuerpos asesores, la cual se concentra principalmente en privilegiar la administración efectiva, la coordinación, la planeación y la organización de las actividades de CTI. En este caso, la preocupación por la ciencia privilegia sus usos económicos y sociales.
3. La concepción empresarial, relacionada con el mundo de los negocios y la administración de las empresas industriales, se concentra en los usos tecnológicos de la ciencia y del conocimiento. El espíritu empresarial se expresa en la idea de transformar los resultados científicos en innovaciones exitosas que sean difundidas comercialmente en los mercados.
4. La concepción interactiva con orientación económica y social, que pretende promover y fomentar la coordinación entre los distintos agentes que conforman el SNI para definir áreas estratégicas que incidan en el desarrollo del país.

En los distintos ejercicios de política puestos en práctica desde 1971, las concepciones contenidas en los planes y programas, así como en el discurso de los funcionarios y tomadores de decisiones han ido evolucionando de la primera a la cuarta concepción, pero se puede decir que a este nivel actualmente coexisten. Sin embargo, en la práctica de las políticas, de los instrumentos y del ejercicio del presupuesto sigue predominando la concepción académica, que refuerza un enfoque lineal que va de la ciencia a la generación de innovaciones. Esto es así en la medida en que los recursos para la CTI se concentran primordialmente en apoyo a las becas de posgrado, el Sistema Nacional de Investigadores (SNIINV) y el fondo para proyectos de investigación en ciencia básica.

La concepción académica predominante ha llevado a que numerosos campos científicos hayan logrado un desarrollo cualitativo importante, como, por ejemplo, la astronomía, algunas ramas de la física y de las matemáticas, la bioquímica, las ciencias biomédicas y la biotecnología. Para ello han hecho uso de la orientación prevaleciente en las políticas, pero sin lograr definir prioridades que orienten la estructura científica hacia aspectos estratégicos para el desarrollo del país.

3.1.2. Las etapas de evolución de la política de CTI²

Primera etapa: 1935-1970

Las actividades científicas y tecnológicas estuvieron moldeadas entre 1935 y 1970 por acciones y estrategias emanadas de las grandes instituciones de educación superior e investigación; los primeros institutos nacionales de salud y de investigaciones agrícolas, forestales y pecuarias; las academias de investigación médica y de ciencias; los colegios y sociedades de ingeniería; y los departamentos de I+D de algunas grandes empresas privadas ubicadas principalmente en las industrias del cemento, del acero, automotriz, química, farmacéutica, vidrio y cerveza.³ Con la excepción de la Universidad Nacional de México, y las escuelas agrarias, todas las demás organizaciones se crearon entre los años señalados. Al mismo tiempo, los incentivos provenientes de las agencias de fomento del gobierno, entre las que destacan Nacional Financiera (NAFIN, 1935) y el Banco Mexicano de Comercio Exterior (Bancomext, 1937), tuvieron influencia sobre la orientación de algunas actividades tecnológicas.

La evolución histórica de las actividades científicas y tecnológicas está pautada en esa primera etapa por dos hechos que conviene destacar, más que en sí mismos, en relación con diferentes y divergentes perspectivas que hoy llamamos concepciones de las políticas de CTI. El primero es el proceso de creación del IPN (1935-1936, 1938) y el segundo la fundación de la Academia de la Investigación Científica (1958, hoy Academia Mexicana de Ciencias).

2 Esta sección se basa en Puchet Anyul (2007). Inicialmente, el enfoque de la política se orientaba hacia la C&T; en la última década se ha introducido el concepto de innovación y la política ha pasado a ser una política de CTI. En esta sección se usan ambos conceptos de acuerdo a las etapas de su desarrollo.

3 Para la historia de las instituciones distintivas de este primer periodo conviene consultar Garcíadiego (1996).

La Universidad Nacional de México (hoy UNAM) fue, desde su refundación en 1910, la institución por excelencia de la libertad de cátedra y el progreso por el saber. Más allá de las discusiones e intensos debates que la atravesaron durante su primer cuarto de siglo, el asunto de orientar la educación profesional hacia las necesidades del incipiente desarrollo industrial y económico siempre fue extremadamente polémico y, casi siempre, marginal. La fundación en 1936 del IPN, como el lugar paradigmático de la formación de profesionales para la industria y de la investigación orientada hacia el desarrollo económico, marcó un punto de inflexión fundamental en las políticas del Estado mexicano no sólo hacia la educación superior sino también en relación con la C&T.

La fundación de la Academia de la Investigación Científica en 1958 es un punto de tensión fundamental en ese proceso. Los miembros de la academia recién fundada mantendrían su pertenencia a la asociación si cada tres años publicaban por lo menos dos artículos en revistas científicas internacionales con arbitraje. Así se creó una corporación de científicos que, en la polémica entre ciencia para el desarrollo *versus* ciencia para el avance del conocimiento, se situaba del lado de esta última.

Probablemente las dos instituciones que expresan mejor la presencia de esa polémica son el Colegio de Posgraduados (de Chapingo), fundado en 1959, dedicado principalmente a las ciencias y las ingenierías agrícolas, y el Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados (CINVESTAV), fundado en 1961, para desarrollar investigación en diferentes ramas de la física, la química, la biología, las matemáticas y las ingenierías. La dualidad entre ciencias e ingenierías en las mismas áreas de dedicación de estos centros revela la presencia de la polémica referida.

También en México el proceso de sustitución de importaciones volvió predominante, entre los formuladores de políticas, el enfoque lineal basado en la idea de que la investigación científica empujaría y produciría desarrollo tecnológico de nuevos procesos y productos (*Science & Technology push*).⁴ Así la ciencia crearía las condiciones necesarias para que tecnologías

4 El modelo lineal de innovación era inicialmente concebido como *Science & Technology push* (oferta-demanda), ya que asignaba a la oferta de C&T un rol central en las actividades de desarrollo tecnológico. Posteriormente surgió la versión *Demand pull* (demanda-oferta), donde el mercado y los clientes eran la fuente de las nuevas ideas. En los años 70 y 80 se transitó hacia el modelo de acoplamiento entre ciencia, tecnología y mercado o modelo interactivo, donde se definió un conjunto de etapas secuenciales interdependientes. En los años 90 el énfasis se trasladó hacia el modelo de integración de sistemas y redes (Rothwell, 1994). Estos modelos tienen implicaciones sobre el enfoque de la PCTI. De acuerdo con el modelo lineal, la PCTI debe estar orientada básicamente a la inversión en ciencia o a estimular tanto la oferta de tecnología como las necesidades del mercado. En los últimos dos modelos, la política de CTI debe tener un enfoque que equilibre la oferta de tecnología y las necesidades del mercado, además de fomentar la creación de redes (Dutrénit, 2008).

apropiadas sustituyeran importaciones. Este enfoque prevaleciente entre los responsables de la gestión pública, aunado al enorme peso de la UNAM en el incipiente sistema de c&t, determinó que la concepción académica se impusiera y dominara el diseño e instrumentación de las políticas.

Segunda etapa: la creación del CONACYT y sus primeros años (1970-1981)

La formalización de las políticas de c&t se asocia con la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en 1970. Es concebido como una institución de planeación y fomento de las actividades en el marco de una política económica dirigista orientada hacia la sustitución de importaciones. En sus inicios, los principales instrumentos operados por el CONACYT fueron el amplio programa de becas de posgrado y los programas indicativos para el desarrollo de las ciencias exactas, naturales y sociales.

En esta etapa se refuerza el proceso de creación de instituciones de c&t. Durante esos años se crean los institutos públicos de investigación científica y desarrollo tecnológico, ligados algunos a empresas paraestatales, como el IMP y el IIE, así como otros vinculados a órganos reguladores, como el IMTA. Se reforman los institutos nacionales de salud y se crean otros institutos en el área. También surgen los principales CPI bajo el impulso directo del CONACYT o de las políticas de c&t alentadas en el periodo. Se crean IES federales, como la UAM, y otras estatales en diferentes entidades federativas.

Una mirada retrospectiva muestra que entre 1935-1945 y 1970-1982 se crearon casi todos los institutos nacionales, CPI y universidades responsables de las actividades de c&t en México. Ambas oleadas de creación de organizaciones coinciden con formulaciones de política económica que se centraron en la intervención del Estado en la economía y en la promoción del desarrollo industrial.

La comunidad científica jugó un papel activo en la creación del CONACYT, lo cual contribuye a explicar el predominio de la concepción académica sobre las políticas de c&t (y posteriormente de CTI) de la última década. Al igual que en los consejos de c&t de toda América Latina, también en México predominó desde su fundación un enfoque lineal de los procesos de innovación.

Tercera etapa: la crisis y las reformas desde 1982 hasta finales de los noventa

Tres programas nacionales correspondientes a tres administraciones distintas cubren el periodo 1982-2000: el Programa Nacional para el Desarrollo Tecnológico y Científico (1984-1988); el Programa Nacional para

la Modernización de la Ciencia y la Tecnología (1990-1994), y el Programa de Ciencia y Tecnología (1995-2000). Estos documentos postulan prácticamente los mismos objetivos y estrategias para desarrollar la C&T que aquellos elaborados en los setenta. De hecho, en su diseño el CONACYT usó el mismo diagnóstico porque los problemas de C&T eran en gran medida los mismos.

Sin embargo, una diferencia de énfasis merece ser comentada. En contraste con el enfoque de la C&T de los setenta, estos programas hicieron la distinción entre política para la ciencia y política para la tecnología, dos áreas que, aunque interrelacionadas, requerían distintos instrumentos de política para promover su desarrollo.

Cuando comenzaron las reformas económicas de la primera mitad de los ochenta, la estructura de las actividades científicas y tecnológicas estaba compuesta por un conjunto de organizaciones dedicadas a la investigación científica y en menor medida al desarrollo tecnológico, ubicadas en:

1. Las IES públicas federales (UNAM, IPN, Colmex y UAM) o privadas (ITESM).
2. El INAH, el Colpos y el CINVESTAV.
3. Los grandes institutos vinculados a Pemex, la Comisión Federal de Electricidad y la Comisión Nacional del Agua, a la Secretaría de Salud, junto con los institutos Mexicano de Seguridad Social (IMSS) y de Servicios y Seguridad Social de los Trabajadores al Servicio del Estado (ISSSTE), y a la Secretaría de Agricultura.
4. Los CPI-CONACYT.

Esa estructura se extendía hacia algunas otras IES que son universidades estatales: BUAP, UDG y la Universidad Autónoma de Nuevo León, e integraba departamentos de I+D de grandes empresas privadas de capital nacional.

Las administraciones públicas encargadas de la orientación, promoción, fomento y organización de C&T tenían por lo menos tres diferentes líneas organizativas que las articulaban y, a la vez, influían sobre el diseño y la puesta en práctica de políticas de C&T. Éstas eran:

1. La Subsecretaría de Investigación Científica y Educación Superior de la Secretaría de Educación Pública que, a la vez, coordinaba al CONACYT como órgano desconcentrado, y al IPN.

2. Las secretarías de Estado que coordinaban institutos y centros que realizaban investigación científica y desarrollo tecnológico y que actuaban como órganos desconcentrados en la rama respectiva del gobierno federal: salud, energía, agricultura.
3. Los gobiernos de las entidades federativas que según la concepción que tuvieran de C&T impulsaban y apoyaban algunos centros de investigación e innovación tecnológica.

La dispersión de las responsabilidades era acorde con las diferencias en la concepción de políticas específicas para el desarrollo científico y tecnológico.

En 1984 se crea el Sistema Nacional de Investigadores (SNINV), que tiene una influencia decisiva en la profesionalización y extensión de la actividad científica y en el comportamiento mismo de los científicos. Originalmente fundado para paliar los efectos de la crisis de 1982 sobre los salarios de los investigadores, este sistema de estímulos directos concedidos mediante becas no gravables fiscalmente se convirtió en cinco años en uno de los principales instrumentos para regular y desarrollar las carreras científicas (véanse secciones 6.1 y 7.2.2).⁵ Al mismo tiempo, la pertenencia del personal académico al sistema se convirtió en un componente fundamental de la evaluación de los programas de estudios de posgrado, de las IES y de los CPI.

En su conjunto, esta estructura emergente de la fase de la sustitución de importaciones estaba articulada por las instituciones formales surgidas de la ley orgánica del CONACYT completadas tardíamente, luego del impacto de la crisis de 1982, por el decreto presidencial de creación del SNINV. La característica central de esas instituciones era el fomento y el desarrollo de capacidades de C&T. En particular, se ponía el énfasis en la creación de organizaciones para tal efecto, la instalación de infraestructura científica y tecnológica, el financiamiento de estudios de posgrado y la compensación de los ingresos de los investigadores para mantener funcionando el sistema científico.

En América Latina, desde los años ochenta, bajo el influjo de las reformas estructurales, se impone entre los *policy-makers* una estrategia de desarrollo —que se extiende a las políticas de C&T— en la que el mercado se considera la única institución capaz de regular la economía y determinar la formulación de políticas. En consecuencia, la intervención estatal

5 Véanse el «Acuerdo de creación» contenido en el decreto del Poder Ejecutivo federal del 26 de julio de 1984 y el «Reglamento» del 14 de agosto de 1987 del SNI (1989).

para apoyar instituciones de fomento productivo era concebida de manera negativa, pues generaría una menor flexibilidad de precios.

Como la intervención pública sólo se justificaba para hacer frente a fallas estáticas de los mercados, las políticas tecnológicas asumieron un papel marginal. Esta concepción asimila el problema de la generación y difusión tecnológica al que se presenta cuando no existe disponibilidad y acceso a la información. Por tanto se limita el rol estatal a la corrección de asimetrías informativas del mundo productivo, o que surgen entre éste y las actividades de c&t. De esta forma, el gobierno se dedicó, casi en forma exclusiva, a la regulación y el control del funcionamiento del marco legal y del acceso al sistema educativo.

Las políticas de c&t de la región se distinguieron, en primer lugar, por la adopción de políticas horizontales para asegurar el funcionamiento eficiente de los mercados y, en segundo lugar, por conceder primacía a las demandas de las empresas en la selección de la tecnología y la definición del papel del sistema de c&t. La mayoría de esas políticas, más que privilegiar sectores o actores del mercado, buscaron un mayor compromiso con el desarrollo tecnológico por parte del sector productivo.

En los noventa fue introducida la idea de que la industria juega un papel importante para desarrollar tecnología y capacidades innovadoras. En este sentido, México puso en práctica algunos programas especiales y nuevas regulaciones enfocadas a promover la i+d privada y la innovación en el sector productivo. Emerge así el concepto de innovación en la política de c&t, y ésta se comienza a transformar en p&cti. Entre los nuevos programas introducidos destacan el fondo para la i+d y la modernización tecnológica (FIDETEC),⁶ después transformado en el programa para apoyar la modernización tecnológica de la industria (PROMTEC), y el fondo para fortalecer las capacidades científicas y tecnológicas (FORCCYTEC).⁷ También se creó el programa especial para promover los vínculos industria-academia (PREAEM),⁸ y el Programa de Incubadora para las Empresas Basadas en Tecnología (PIEBT)⁹. Además el gobierno introdujo varios cambios regulatorios con la intención de incentivar la transferencia de

6 El PREAEM promovió los vínculos universidad-industria apoyando trabajos de investigación de interés mutuo.

7 El FORCCYTEC se fundó para apoyar la creación de centros de i+d privados para fortalecer las capacidades innovadoras y tecnológicas de la industria.

8 El PREAEM promovió los vínculos universidad-industria apoyando trabajos de investigación de interés mutuo.

9 El objetivo principal del PIEBT fue apoyar *start-ups*. El CONACYT contribuyó con el capital inicial y espacio para incubar el *start-up* en sus primeras etapas, la asesoría gerencial y el entrenamiento.

tecnología a la industria. La ley de patentes y marcas de fábrica fue modificada con el propósito de proteger los derechos de propiedad intelectual de las empresas por un periodo más prolongado, y se actualizaron las normas de calidad y metrología.

En el ámbito macroeconómico, se promovió la inversión extranjera directa y se firmaron tratados de libre comercio que se suponía que aceleraban la modernización tecnológica de las empresas. Esto ilustra la introducción de una nueva concepción de las políticas de C&T, ahora de CTI, basada en un enfoque empresarial o de negocios, que aún revela un modelo lineal, pero ahora orientado por los requerimientos de la demanda (*Demand-pull*). Sin embargo, al mismo tiempo la comunidad académica se consolidó mediante la integración continua y creciente de sus miembros en el SNINV, y ello contribuyó a mantener activa su concepción de las políticas.

Las instituciones formales que se originan en la ley orgánica del CONACYT y en el decreto de creación del SNINV fueron, de todas formas, encargadas de las políticas de C&T que se pusieron en práctica en concordancia con las políticas orientadas por el mercado. Estas políticas estuvieron guiadas por administraciones públicas que, si bien heredaron la legislación del periodo anterior, fueron reorganizadas para apoyar programas congruentes con el nuevo marco general de política económica.

Los principales rasgos de las instituciones formales de C&T surgidas hasta el primer quinquenio de los ochenta eran las siguientes:

1. Las formas de coordinación entre las distintas líneas de dependencias gubernamentales de C&T eran, por decir lo menos, escasas, cuando no nulas: una emergía de la Secretaría de Educación Pública, donde estaba sectorizado el CONACYT, otras de las diversas secretarías que tenían actividades en el ramo, y otras más de los poderes ejecutivos de las entidades federativas que con diferente intensidad y dedicación realizaban algunas acciones.
2. Las principales *formas de decisión permanente* relativas al desarrollo de la ciencia estaban en la UNAM, el CINVESTAV y otras IES públicas que concentraban una proporción cercana a las tres cuartas partes de los investigadores miembros del SNINV.
3. Los *principales instrumentos* de política de C&T estaban concentrados en la ciencia y, en particular, tanto en la formación a nivel de posgrado como en la retención de investigadores mediante becas; no tenían definidos criterios combinados y armónicos de calidad y

pertinencia, o de atención a grandes problemas nacionales (como había ocurrido en los primeros años del CONACYT), ni de contribución al conocimiento de frontera.

4. Los *mecanismos de evaluación* de las actividades científicas y tecnológicas —investigación, formación de posgrado, concesión de fondos para proyectos de investigación y para infraestructura, instrumentos de fomento al desarrollo tecnológico— eran pocos, tenían un grado de institucionalización limitado y se concentraban, de forma muy nítida, en el recién creado SNINV.

La estructura organizativa y de gestión pública, junto con la gobernanza de las actividades de CTI que operaron en los años de las reformas estructurales, produjeron variaciones importantes sobre cada uno de los rasgos anotados arriba. Las *formas de coordinación* formales entre las organizaciones que participan en las actividades de C&T no cambiaron sustancialmente. No obstante, la aparición de comités de pares para evaluar casi todos los apoyos concedidos por administraciones públicas e integrados por miembros de IES, CPI, organizaciones de directivos de I+D u otras organizaciones generó muchos ámbitos y procedimientos de colaboración y cooperación informales.

Las administraciones públicas que actuaron durante el periodo tomando decisiones de política de C&T, estuvieron imbuidas de los postulados de las reformas económicas en relación con los criterios para orientar e incentivar las actividades de C&T. Por ello se guiaron también en esta materia por *formas de decisión* pragmáticas basadas en la promoción de la competencia, la concesión de fondos sujetos a resultados, el otorgamiento de apoyos por demanda, y la selección en orden decreciente por producción, productividad y calidad. Las decisiones de esos años mostraron cómo la concepción tradicional de los gestores de políticas era permeada por algunos rasgos de la concepción empresarial, que afirmaba el predominio de la asignación de recursos mediante el funcionamiento de los mercados. Estas formas de decisión emergentes generan un distanciamiento progresivo —y algunas veces una clara incompatibilidad— entre muchas instituciones formales nacidas de la legislación vigente y las estructuras organizativas y de poder de las administraciones que impusieron políticas inspiradas por las reformas económicas.

Aunque los *principales instrumentos* que operaron el CONACYT, las IES y los CPI en el periodo de las reformas estructurales se centraron en la actividad científica —becas de posgrado y SNINV, fondo de ciencia básica, estímulos al desempeño y fondos para investigación—, aparecieron otros

instrumentos dirigidos directamente a fomentar la I+D en las empresas y la formación de sistemas regionales de innovación. De todas maneras, a pesar de la limitada operación de estos nuevos instrumentos, se fueron produciendo formas de aprendizaje sobre el diseño e implementación de los mismos por parte de las áreas responsables del CONACYT y de otras administraciones públicas.

El principal cambio en los aspectos enumerados operó sobre los *mecanismos de evaluación* puestos en práctica para asignar recursos. En particular para el área de ciencia, los procedimientos de evaluación de resultados por medio de comisiones de pares, que operaron desde su creación en el SNIInv, se profundizaron y extendieron a prácticamente todos los programas que asignaban recursos: becas para estudios de posgrado, fondos para proyectos de investigación por demanda en todas las áreas de conocimiento, apoyos a programas de posgrado, infraestructura y publicaciones, y financiamiento de estancias de diverso tipo para los investigadores.¹⁰

Este cambio que se concentró en la evaluación de los resultados de las actividades individuales, grupales o de las organizaciones, y no en las condiciones en las que se desempeñan los agentes, fue una reforma radical para unas administraciones públicas de C&T que operaban, desde sus inicios, bajo la perspectiva de la creación y fortalecimiento de capacidades con un alto grado de discrecionalidad. Al mismo tiempo, la asignación de recursos mediante los nuevos mecanismos se volvió más horizontal y menos selectiva. Se destacaron así criterios de producción, productividad y calidad —de individuos y organizaciones— por sobre aquellos de orientación a la solución de problemas nacionales, pertinencia y desarrollo de condiciones de operación para las actividades científicas y tecnológicas.

La extensión de los mecanismos de evaluación mencionados no cambió de manera inmediata y abrupta las formas de decisión permanentes de las IES y CPI sobre todos los aspectos que inciden en la investigación científica y el desarrollo tecnológico. Sin embargo, gradualmente fueron introduciéndose las evaluaciones por resultados y los comités de pares en casi todas las actividades asociadas: selección de proyectos de investigación, programas de posgrado, estudiantes, cursos a impartir y artículos para publicar. Este proceso fue, a la vez, cambiando las líneas de autoridad en muchas de las organizaciones, separando mucho más claramente

10 Mucha información contextual sobre el origen del SNIInv y datos estadísticos básicos respecto a su evolución con valoraciones de algunos de sus principales directivos se encuentran en el documento editado por la Academia Mexicana de Ciencias y el Foro Consultivo Científico y Tecnológico, véase AMC/FCCT (2005).

que antes los ámbitos de la autoridad académica de aquellos correspondientes a la autoridad administrativa.

Esta tensión principal entre instituciones formales y estructuras organizativas será una fuerza actuante a la hora de comenzar los cambios legales del periodo 1999-2002.

Cuarta etapa: hacia la política de innovación

Las reformas económicas indujeron, entre otros muchos cambios en las conductas de los agentes y las instituciones, transformaciones fuertes en el ámbito de las actividades de CTI que pusieron en tensión la limitada legislación vigente sobre C&T y la estructura organizativa de las administraciones públicas del ramo.

En 1999 la aprobación de la ley para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico representó un punto de inflexión en la evolución de las políticas de C&T. Las bases para nuevas formas de gobernanza emergieron. Esto fue fortalecido con la ley de C&T de 2002, la nueva Ley Orgánica del CONACYT y la presentación del Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006 (PECYT). La innovación pasa a ocupar un lugar central en el PECYT. Todos estos cambios pueden ser interpretados como un esfuerzo hacia un «nuevo contrato social para la CTI».¹¹

Las instituciones formales de C&T que predominaron en los noventa fueron confrontadas por los cambios fácticos señalados. Los años precedentes a 2000 fueron de aprendizaje y de adaptación a un nuevo arreglo institucional emergente de las reformas económicas, así como de confrontación entre los ganadores y los perdedores surgidos en esas reformas. La creación del FCCT en 2002 contribuyó a la generación de los consensos requeridos para poner en práctica el arreglo institucional posterior a las reformas (véase Sección 2.1.1.2).

El PECYT, analizado en la Sección 4.1, representa un primer intento formal por desarrollar una política de innovación, la cual dependía del éxito de algunas estrategias y programas específicos diseñados *ad hoc*. Éstos eran: el plan para aumentar el gasto del sector privado en actividades de I+D de 29% a 40% del GIDE total; el programa de incentivos creado por el CONACYT para estimular las prácticas de administración de tecnología de las empresas, y el programa para emplear RHCT en actividades privadas

11 Dicho contrato, formal o informal, establece las normas sociales que aseguran el apoyo de la sociedad a las actividades de CTI, y la consecuente reciprocidad en las responsabilidades de estas actividades con la sociedad. Guston (2000) se refiere a un «contrato social para la ciencia», aquí se usa un concepto más amplio con el fin de incluir explícitamente al desarrollo tecnológico y la innovación como parte de dicho contrato.

de I+D. En esta etapa se comienza a usar el concepto de SNI, más explícitamente en la PCTI.¹²

El objetivo era aumentar el porcentaje de investigadores trabajando en el sector privado de 20% a 40% en el transcurso de cinco años. Además el CONACYT promovería la formación de RHCT de manera más veloz mediante estudios de posgrado, investigación básica y aplicada, y fortalecería la infraestructura que sostiene las actividades de CTI (véase Sección 2.3). Estas ideas reflejan una nueva concepción de la política de CTI, aquí llamada la «concepción interactiva», que coexiste con otras concepciones, particularmente la académica, arraigada en las principales IES que mantienen un alto grado de poder de decisión. Aunque el PECYT fue elaborado con una perspectiva interactiva de la CTI, la evidencia de la asignación de recursos, analizada en la Sección 4.3, revela la persistencia de enfoques lineales —*S&T push* o *Demand pull*— tanto en los formuladores de políticas como en la comunidad de CTI.

Más allá de la evolución observada, y de los diferentes énfasis de cada etapa, una constante de la política de CTI ha sido el reducido gasto federal en C&T. Esto revela que los diferentes gobiernos, los formuladores de políticas y la sociedad no perciben que la CTI tenga un impacto importante en el desarrollo económico y social. Probablemente, por lo mismo, esto también revela el bajo poder de negociación de los líderes de la comunidad de CTI.

3.1.3 Esfuerzos hacia la definición de prioridades

En México, la intervención pública en CTI presenta deficiencias en relación con los mecanismos para establecer objetivos de política. Tal y como lo reconoce el PECYT, es difícil determinar qué sectores, grupos, líneas de investigación, o tipos de investigación (básica, aplicada o desarrollo) se consideran prioritarios para la asignación de los apoyos. La incapacidad para establecer prioridades ha mermado además la habilidad para vincular la PCTI con las necesidades reales de la sociedad mexicana. Las respuestas han sido insuficientes e inarticuladas.

Frecuentemente la capacidad del CONACYT para coordinar y, en su caso, orientar el funcionamiento del SNI hacia la atención de necesidades socioeconómicas específicas se ve obstaculizada por la acción de grupos

12 Los documentos usan muchas veces como sinónimos SNI, sistema de C&T o sistema de CTI. En este libro se usa el concepto de SNI.

de interés dentro del propio sistema. Destacan en particular las elites científicas con gran influencia sobre la toma de decisiones de política, la evaluación de procesos, el establecimiento de prioridades y la conducción real de la PCTI (Nadal, 1994; Rocha y López, 2003). Lo anterior ha dado lugar a un complejo entramado de grupos de interés cuyos incentivos y comportamientos son difíciles de modificar mediante la acción de la política (Dutrénit, Santiago y Vera-Cruz, 2006).

En este contexto, el PECYT destacaba la necesidad de definir mejor e incrementar los apoyos a las actividades de CTI, particularmente en áreas con mayor potencial para contribuir al desarrollo sustentable del país. Asimismo, el documento señalaba la pertinencia de fomentar el desarrollo de recursos humanos especializados en la historia y la prospectiva en materia de CTI, que además tuvieran capacidad para traducir dicho conocimiento en intervenciones concretas de política. El PECYT sugería además que la eventual definición de sectores estratégicos tendría que resultar, cuando menos, de una evaluación minuciosa de las condiciones sociales, físicas y bioéticas del país. Ello junto a una adecuada apreciación de los sectores cuyo dinamismo guía las transformaciones tecnológicas actuales y esperadas, así como las dinámicas socioeconómicas y técnicas a escala global.

En línea con lo anterior, el PECYT consideró los siguientes factores para la definición de sectores estratégicos: la tasa de cambio tecnológico dentro del sector, la disponibilidad de una masa crítica local de investigadores, el impacto esperado en los sectores social y productivo, así como en el bienestar general de la sociedad mexicana, las oportunidades para crear nuevos negocios, reducir la dependencia tecnológica e incrementar la competitividad, entre otros. Así, los sectores prioritarios elegidos fueron los siguientes: 1) tecnologías para la información y la comunicación, 2) biotecnología, 3) nuevos materiales, 4) diseño y procesos de manufactura, y 5) infraestructura y desarrollo urbano y rural, incluidos los aspectos socioeconómicos pertinentes. Las ciencias sociales eran percibidas también como valiosas.

La expectativa expresada en el PECYT era que la inversión en estos sectores se canalizara a través de programas sectoriales. Cada uno de ellos coincidente con un organismo específico de la administración pública federal, por ejemplo las secretarías de Economía, Energía o Educación. La estrecha coordinación entre esos programas sectoriales permitiría alcanzar los ambiciosos objetivos que establecía¹³ (véase Sección 4.2).

13 El PECYT 2001-2006 contiene un resumen muy breve de cada uno de los programas sectoriales. Sin embargo, la expectativa era que para fines del año 2001 se contaría con un documento más comprensivo y conciso para cada uno de ellos.

Los diversos reportes de actividades y de evaluación de desempeño realizados rutinariamente por el CONACYT desde el año 2006 carecen de información específica respecto de los programas sectoriales. Consecuentemente es difícil evaluar los logros alcanzados por cada uno de ellos. Han faltado estudios minuciosos y sistemáticos sobre las actividades que en materia de CTI realizan cada una de las secretarías y organismos de la administración pública federal. Se requieren también estudios que den cuenta de las acciones concretas que, en principio, habrían de realizarse para sustentar la definición de sectores estratégicos y de interés para la PCTI. No obstante, es claro que la estrategia de «puertas abiertas» en cuanto a la definición de prioridades sustentó la introducción de una gran cantidad de fondos sectoriales operados por el CONACYT en coordinación con diferentes organismos del gobierno federal (véase Sección 4.2). Pero la falta de prioridades claras con respecto a la intervención comprehensiva de la política pública sigue siendo uno de los retos principales para las autoridades de CTI (véase Sección 7.3).

De cierta forma, las conclusiones anteriores se confirman al revisar los ejercicios de prospectiva realizados por el gobierno mexicano desde el año 2006. El horizonte prospectivo de dichos estudios ha cubierto desde 2006 y hasta el año 2030. Uno de tales ejercicios fue la «Visión hacia el año 2030». En línea con esa visión de largo plazo, este documento refiere la estrategia general de desarrollo para la administración 2006-2012. El estudio cubre las diferentes áreas sujetas a la acción de la política pública, desde el Estado de derecho y la seguridad, la democracia y el medio ambiente, pasando por la actividad económica (Calderón, 2007a). En cuanto al último aspecto, en el impulso a *una economía competitiva y generadora de empleos*, el actual gobierno propone repensar el papel que la CTI debe jugar dentro de la amplia estrategia de desarrollo.

Un aspecto crucial en dicha redefinición es la selección de los sectores o actividades estratégicas que recibirán la mayor prioridad para la intervención de la política pública (Calderón, 2007b). Lo anterior guiaría la asignación de recursos y la construcción de un entramado institucional adecuado. Más aun, daría sustento al diseño y combinación de instrumentos de política *ad hoc*. Hasta el momento, la definición de sectores prioritarios sigue siendo muy general, y está limitada a aquellos en los que México cuenta con «una ventaja competitiva» (Calderón, 2007b:4).

Otro de los recientes ejercicios de prospectiva fue el auspiciado de manera conjunta por el CONACYT y el FCCT. En este caso se plantearon una serie de escenarios que México podría enfrentar en el largo plazo

(Analítica-FCCT, 2006). El énfasis recae en el desarrollo futuro del SNI en México. La construcción de escenarios se sustentó en las expectativas de desarrollo en cinco «áreas de conocimiento»: tecnologías de información y comunicación, biotecnología y genética, materiales avanzados, productos de alto valor agregado y procesos avanzados de manufactura, y uso de la CTI para atender necesidades sociales; y ocho sectores específicos de la APF: energía, economía, salud, agricultura, medio ambiente, educación, transporte y comunicaciones, y por último, desarrollo social. Se especuló considerando que el futuro tanto de las áreas de conocimiento como de los sectores estará condicionado por los desarrollos correspondientes en aspectos demográficos, macroeconómicos, políticos, culturales y del propio sistema de CTI en México. La evolución del escenario internacional también fue incorporada en el ejercicio.

La metodología empleada en el estudio combinó, por una parte, análisis de series históricas de datos, y por otra la consulta a expertos y personajes clave en las áreas arriba mencionadas. Las consultas pretendieron identificar algunos «desarrollos futuros» ligados a las áreas de conocimiento y los sectores de interés. En una etapa posterior tales eventos deberán ser clasificados y seleccionados de manera que sólo una muestra de ellos pueda ser sujeta a un análisis más minucioso. El objetivo último es ubicar entre cuatro y seis escenarios alternativos que, eventualmente, sirvan para la definición y conducción de la PCTI. Si bien el horizonte de desarrollo es hacia el año 2030, los escenarios proponen una evaluación de resultados «a medio camino» hacia el año 2015.

Algunos de los aspectos que con mayor frecuencia son mencionados por los participantes en la consulta incluyen el contraste entre: 1) la creciente o decreciente inversión en CTI como porcentaje del PIB; 2) el desarrollo de capacidades de CTI en regiones «estratégicas» específicas, o el apoyo a un desarrollo más balanceado de dichas capacidades a lo largo del país; 3) una política fuerte o débil en materia de CTI; 4) una política pública que incorpore de manera prioritaria el desarrollo de la CTI o, por el contrario, dejar a las libres fuerzas del mercado la definición de aquellas áreas en las que el sector privado debería invertir; y 5) contar con una PCTI unificada o, alternativamente, una política específica para cada uno de sus componentes: ciencia, tecnología e innovación. Aspectos adicionales se refieren al papel que idealmente deberían jugar los sectores público y privado en relación con la CTI, la regionalización y descentralización de capacidades en la materia, la asignación de prioridades en cuanto a áreas y sectores, entre otros.

Pese a sus limitaciones, los ejercicios de prospectiva descritos anteriormente comienzan a incidir sobre el diseño e instrumentación de la PCTI. Las propuestas para el nuevo Programa Especial en Ciencia, Tecnología e Innovación (PECiTI) para el periodo 2007-2012 son prueba de ello. En particular, el documento «Visión hacia el año 2030» define los pasos a seguir para lograr el desarrollo gradual y la consolidación del sistema de CTI¹⁴ en cuatro grandes etapas: 1) 2007-2012, fortalecimiento de las capacidades de CTI; 2) 2013-2018, desarrollo acelerado; 3) 2019-2024, consolidación competitiva; y 4) 2024-2030, madurez del sistema de CTI (CONACYT, 2007a). En línea con dicha perspectiva de largo plazo, el Plan Nacional de Desarrollo (PND) dota a la política de CTI con cinco grandes objetivos (véase Sección 4.1), los mismos que sientan las bases para el PECiTI. Estos cinco grandes objetivos enmarcan 11 estrategias y hasta 109 acciones concretas en apoyo al desarrollo futuro de las actividades de CTI.

Al igual que su antecesor, el PECYT, en el PECiTI la implementación de la PCTI implica la definición de programas sectoriales y regionales, además de la selección de un número de campos estratégicos del conocimiento. Estos últimos son aquellos cuya participación en las actividades de CTI es la mayor dentro del gasto total del gobierno federal en CTI, que se canaliza a los siguientes sectores de la Administración Pública Federal (APF): educación pública, energía, agricultura, salud, medio ambiente, economía, comunicaciones y transportes, marina, desarrollo social y gobernanza. En este mismo sentido, si bien las cinco áreas estratégicas incluidas en el PECYT son retomadas por el PECiTI, este último documento da un paso adelante con respecto a su antecesor al especificar, al nivel de actividad económica y contenido tecnológico, las prioridades en materia de PCTI (Cuadro 1).

CUADRO 1. Áreas estratégicas definidas en el PECiTI, 2007-2012

Alta tecnología	Media a alta tecnología
<ul style="list-style-type: none"> • Farmacéuticos • Computadoras y equipo de comunicación • Equipo electrónico • Aeronáutica • Instrumentos médicos, ópticos y de precisión 	<ul style="list-style-type: none"> • Química y petroquímica • Equipo de transporte

FUENTE: PECiTI, CONACYT (2007a).

14 Nombre utilizado para referirse esencialmente al SNI.

Además de lo anterior, hay planes muy ambiciosos para desarrollar programas específicos en las áreas de biotecnología y bioseguridad. En este contexto, reviste interés especial el desarrollo e introducción de organismos y plantas genéticamente modificados.

3.2 Políticas públicas de diferentes áreas de la economía que tienen efectos significativos sobre las actividades innovadoras

Las políticas públicas que se diseñan e instrumentan en otras áreas tienen repercusiones sobre las actividades de CTI. A continuación se analiza el presupuesto que se destina a la CTI desde otras áreas del gobierno. Para tener una idea de la coherencia global de la intervención de la APF sobre las actividades de CTI, es pertinente analizar la distribución del gasto por ramos, funciones y renglones presupuestales, dada la puesta en práctica del Presupuesto Federal de Ciencia y Tecnología.

Según la estructura de gobernanza que emana de las instituciones, el CONACYT debe ejercer el liderazgo sobre la forma en que se concibe la CTI en el sector público y, como coordinador de la intervención pública, debe imponer su concepción en la distribución del presupuesto. Al mismo tiempo, las diversas secretarías que forman la Junta de Gobierno del CONACYT, al ser co-responsables de la orientación y ejecución de la PCTI, tienen la posibilidad directa de acordar tanto la concepción de las políticas en la materia como la forma de ejercer el presupuesto.

La distribución del presupuesto de la APF para las actividades de CTI, presentada en el Cuadro 2, revela que éstas se conciben, primordialmente, como de fomento al desarrollo económico, accesorias al desarrollo social y marginales a la gestión gubernamental. Dicha distribución también presenta una imagen similar para la actuación del CONACYT, aunque dándole baja importancia al desarrollo social. Las secretarías de Educación, Salud y Agricultura muestran una mayor asignación del gasto hacia el desarrollo social, mientras que en las secretarías de Energía, Medio Ambiente, Economía, y Comunicaciones y Transportes priva, únicamente, una orientación económica. La distribución del presupuesto por renglones muestra diferentes perfiles por secretaría, como se observa en el Cuadro 3.

La Secretaría de Educación concentra su gasto en la investigación científica. La segunda actividad relevante es el fomento a los posgrados.

CUADRO 2. Presupuesto federal para C&T por grupo funcional y secretaría de Estado, 2006 (millones de pesos)										
	Educación	Energía	Agricultura	Salud	Medio ambiente	Economía	Comunicaciones y transporte	Ramo 38**	Otras secretarías	TOTAL apf
Monto presupuestal	10,895.3	5,578.6	2,402.5	1,305.1	602.6	758.3	74.4	10,455.0	1,511.1	32,223.0
Distribución*	34%	17%	7%	4%	2%	2%	0.2%	32%	0.5%	100%
<i>Grupo funcional</i>										
Gobierno	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.21%	ND	1%
Desarrollo social	37.18%	0.00%	19.36%	25.17%	0.00%	0.00%	0.00%	0.34%	ND	15%
Desarrollo económico	62.78%	100.00%	80.64%	74.83%	100.00%	100.00%	100.00%	96.46%	ND	83%
* No se muestran todas las secretarías que ejercen gasto, sólo las que forman parte de la Junta de Gobierno del CONACYT. ** Incluye el presupuesto asignado al CONACYT y a los CPI-CONACYT. APF: Administración Pública Federal.										
FUENTE: Elaboración propia con bases de datos proporcionadas por la Dirección Adjunta de Información, Evaluación y Normatividad del CONACYT.										

CUADRO 3. Distribución porcentual del presupuesto federal para C&T por dependencia responsable y actividad principal, 2006 (%)										
	SEP	Energía	SAGARPA	Salud	SEMARNAT	Economía	SCT	Ramo 38*	Otros	Total APF**
Educación básica	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1
Media superior	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
Superior	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
Posgrado	34.7	-	19.4	-	-	-	-	0.8	-	13.3
Apoyo a servicios educativos concurrentes	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1
Investigación científica	54.9	87.1	80.5	100.0	33.5	-	-	55.0	-	52.0
Desarrollo tecnológico	0.2	-	-	-	66.5	-	100.0	33.8	73.7	6.6
Servicios científicos y tecnológicos	9.3	12.9	-	-	-	-	-	10.4	-	6.8
Mipymes	-	-	-	-	-	18.2	-	-	-	0.4
Competitividad	-	-	-	-	-	81.8	-	-	-	1.9
Fomento del desarrollo científico y tecnológico	-	-	-	-	-	-	-	94.4	-	17.5
Otros	0.0	-	0.1	-	-	-	-	5.6	26.3	1.2
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Monto presupuestal (Millones de pesos)	10,895	5,579	2,403	1,305	603	758	74	10,455	151	32,223
Distribución del presupuesto total	33.8	17.3	7.5	4.0	1.9	2.4	0.2	32.4	0.5	100.0

* Incluye el presupuesto asignado al CONACYT y a los CPI-CONACYT. ** Administración Pública Federal.

FUENTE: CONACYT, Cuenta Nacional de C&T.

Los servicios científicos y tecnológicos tienen un apoyo moderado, mientras que el desarrollo tecnológico tiene un apoyo insignificante. El Programa de Mejoramiento al Profesorado (390.3 millones de pesos en 2006) no está incluido en el presupuesto de CTI, a pesar de que contribuye directamente al objetivo del PECYT de fortalecer la capacidad científica y tecnológica. La Secretaría de Salud considera todo su gasto en C&T como investigación científica (hospitales, institutos y laboratorios), lo mismo se observa en la Secretaría de Agricultura (INIFAP y COLPOS). La SEMARNAT y la SCT contribuyen al desarrollo tecnológico con sus institutos (IMTA e IMT). También lo hacen la SENER mediante el IEE, y el CONACYT con algunos de sus CPI y sus fideicomisos de apoyo a la formación de recursos humanos y a la difusión de información.

La estructura del presupuesto no refleja las asignaciones para los fondos sectoriales que deberían estar en el renglón de Fomento del Desarrollo Científico y Tecnológico. Éstos se encuentran en el renglón de Investigación Científica, de manera tal que no se diferencian de los recursos internos que no tienen una contrapartida externa.

Con respecto al objetivo de elevar la competitividad y la productividad, la estructura del presupuesto refleja un peso poco importante (2.3% del total) si se considera sólo el apoyo a las MIPYMES y a la competitividad. Si también se suma el potencial efecto de los servicios científicos y tecnológicos y del renglón específico de desarrollo tecnológico, la importancia relativa mejora y alcanza el 15.7%. Este presupuesto no considera otros apoyos a la competitividad, como por ejemplo el Programa para el Desarrollo de la Industria del Software (PROSOFT), que manejó un presupuesto de 462.75 millones de pesos para infraestructura física en 2006. Otra limitante del presupuesto es su consideración exclusiva de los posgrados, pues no incorpora otras acciones educativas relevantes para la innovación, como por ejemplo el Programa de Apoyo a la Capacitación de la STPS, que contó con 201.49 millones de pesos en 2006.

El presupuesto destinado a las MIPYMES y la competitividad está orientado fundamentalmente a mejorar las condiciones del entorno empresarial que provienen del sistema de propiedad industrial o de metrología, y sólo incorpora una pequeña parte para promover el desarrollo científico y tecnológico (50 millones de pesos de 2006). También sería necesario incorporar en dicho renglón otros gastos que denotan alguna articulación con el resto de la política industrial enfocada a las industrias básicas, pesadas y de alta tecnología, al comercio exterior y a la inversión extranjera.

Las decisiones respecto al presupuesto muestran en primer plano que hay visiones, información e intereses de las distintas secretarías que están

implícitas en los perfiles de cada distribución de gasto. Pero parece que no existe todavía una visión coordinada, aun cuando hay instancias específicas para ello, como el Comité Intersecretarial de Presupuesto o la Junta de Gobierno del CONACYT, y otras de mayor jerarquía y cobertura temática, como el Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (CGICDT).

En un segundo plano, mediante la asignación presupuestal, se verifica que la concepción de las políticas públicas para promover y fomentar las actividades de CTI está especificada de manera estrecha, en la medida que no considera programas relevantes y próximos como, por ejemplo, el PROSOFT, el de mejoramiento del profesorado y el de capacitación de la STPS. Pero también es posible inferir que una especificación más amplia debiera incluir los gastos que se realizan para sostener políticas de competencia, de propiedad industrial e intelectual y de crédito a las MIPYMES.

Más allá de este análisis a partir del presupuesto, es relevante mencionar algunas consideraciones de índole institucional sobre la coordinación y la complementariedad de otras políticas en relación con las de CTI. Sobresalen por su importancia y escasa coordinación las relativas a: la educación básica y tecnológica, la regulación de los mercados de trabajo, y la promoción y fomento sectorial de la industria.

Los comités de vinculación establecidos en la ley de C&T (LCT) con las áreas de la APF, que diseñan e instrumentan las políticas educativas, laborales e industriales, se concentran, respectivamente, en la educación superior (mediante la subsecretaría respectiva de la SEP), la capacitación (por medio de los programas específicos de la STPS) y el fomento a las actividades industriales (que contribuyen al comercio exterior o que se relacionan con la inversión extranjera directa a través de la Secretaría de Economía). Pero se mantienen al margen de la coordinación de aspectos medulares de dichas políticas.

La orientación de programas de estudio a nivel de la educación básica y tecnológica y de la inversión en infraestructura (para ambas) se coordina de manera laxa y escasa con los lineamientos de la PCTI. Esta carencia conduce a que no existan grandes programas nacionales de promoción y fomento de la educación científica y tecnológica en los niveles primario y secundario. Al mismo tiempo, ello genera una inversión en infraestructura y cómputo para la educación básica que tiene dinámicas desvinculadas de la creación de capacidades científicas y tecnológicas. En materia de educación tecnológica, la vinculación de las secundarias técnicas e institutos tecnológicos que coordina y orienta la SEP requiere mayor acercamiento con las áreas y programas respectivos del CONACYT.

Las políticas laborales con una orientación activa hacia los segmentos del mercado laboral que necesitan modificar las condiciones de la oferta, están claramente desvinculadas de lineamientos e instrumentos para el desarrollo tecnológico.¹⁵ Por su parte, las políticas industriales de carácter sectorial, aunque no responden a un diseño general ni están bajo el liderazgo de una secretaría de Estado, como en el pasado, se ponen en práctica por medio de diferentes áreas de las subsecretarías y entidades paraestatales, entre las que destacan la Comisión Federal de Electricidad y Pemex. La vinculación de estas políticas específicas con la orientación, programas e instrumentos de la CTI, en general es escasa, aunque hay casos puntuales en que existe coordinación, como por ejemplo en relación con las medidas de ahorro de energía, la introducción de fuentes alternas de generación de electricidad o los proyectos de crear redes de transmisión de datos usando redes eléctricas.

3.3 Estructura de gobernanza del Sistema Nacional de Innovación¹⁶

En el SNI se establecen explícita o implícitamente funciones de coordinación de decisiones, basadas en reglas que encuadran las acciones de agentes y organizaciones —generando, consecuentemente, aprendizajes—, y se configuran mecanismos mediante los cuales se generan incentivos, así como canales por los que circulan tanto estos incentivos como las respuestas que les dan los agentes. A un alto nivel de abstracción, mercados, estados y comunidades constituyen mediante sus interrelaciones estructuras de gobernanza. Los SNI son estructuras más específicas que provienen de las intersecciones de las estructuras más generales; en ellas operan las capacidades de regulación (o autorregulación) y de gobierno (o autogobierno) de las actividades de innovación.¹⁷

Las principales formas de gobernanza del SNI son las siguientes:

- El diseño y puesta en práctica de la política de Estado en materia de C&T y las políticas públicas derivadas e inducidas.

15 Véase Rodríguez (2007) para un análisis de las políticas activas del mercado de trabajo, sus efectos sobre la productividad y la desvinculación de las PCTI.

16 Esta sección se basa de forma relevante en FCCT (2006a), capítulo 3.2.

17 Véase Bowles (2004: 477) para esta concepción de la gobernanza y sus estructuras.

- El establecimiento de mecanismos de coordinación entre agentes y organizaciones de diverso tipo.
- La operación de estructuras de incentivos para las diferentes actividades científicas, tecnológicas y de innovación.

Las formas de gobernanza dependen también, en forma crucial, de los conjuntos de reglas formales e informales que configuran las instituciones cercanas a las actividades de CTI.

Esta sección está organizada de la siguiente forma: la primera parte describe y clasifica, por niveles dentro del SNI, a las instituciones reconocidas en diversos ordenamientos, y la segunda describe las diferentes reglas que hacen posible la gobernanza del SNI, en relación a las actividades de CTI y a las políticas de diferente índole —de Estado, públicas y de organizaciones específicas.

3.3.1 Instituciones que sustentan la gobernanza¹⁸

Estas instituciones son de diversa cobertura, jerarquía e importancia, y tienen como propósito hacer posible el intercambio, la acción cara a cara y el desempeño eficiente de los agentes (véase Cuadro 4).

Conviene destacar, en un primer nivel, las instituciones que están en la base del SNI. Están compuestas por los *mercados* de intercambio de productos y de servicios entre usuarios y productores de CTI, y los *acuerdos* para prestar diversos tipos de servicios por parte de grupos y centros de investigación para desarrollar empresas de base tecnológica y para generar áreas estratégicas de investigación. También en ese nivel se encuentran los *convenios* para crear fondos y centros de investigación y, de manera particular, los *convenios de administración por resultados* de los CPI. Los mercados y acuerdos no están sujetos a ordenamientos legales específicos, aunque dependen de muchos de ellos y de otros de carácter jurídico; en tanto que los convenios están basados explícitamente en la legislación de C&T.

El segundo nivel de la jerarquía institucional es la Red Nacional de Grupos y Centros de Investigación (RNGCI), que promueve la integración y la operación, en todo el sistema, de los diversos participantes en las actividades científicas y tecnológicas. En ese nivel también aparecen los sistemas de CPI de cada sector de la APE, destacando particularmente el sistema CONACYT coordinado por el Consejo mismo, el Sistema Integral de Información

18 Esta subsección se basa en Puchet Anyul (2008).

Científica y Tecnológica (SIIC&T) y el SNInv que incentiva la producción y la productividad de los investigadores. La RNGCI y los sistemas se originan en la legislación específica y tienen como objetivos generar y administrar subconjuntos de reglas y normas para diferentes fines en relación con los comportamientos que observan agentes y organizaciones.

CUADRO 4. Instituciones con funciones económicas en relación con los ordenamientos legales de C&T		
Instituciones relacionadas con la CTI		Principales instituciones relacionadas indirectamente con la CTI
Nivel 1. Reglas establecidas por agentes y organizaciones y entre ellos.	<ul style="list-style-type: none"> • Mercados de intercambio de productos y de servicios entre usuarios y productores de C&T. • Acuerdos para prestar diversos tipos de servicios por parte de grupos y centros de investigación, para desarrollar empresas de base tecnológica y para generar áreas estratégicas de investigación. • Convenios para crear fondos y centros de investigación. • Convenios de administración de los CPI. 	<p>Instituciones de interfaz que articulan y relacionan a productores y usuarios de C&T. Se generan mediante acuerdos entre productores y usuarios, por ejemplo, entre grupos de investigación y empresas.</p> <p>1) Definen el papel que tienen los agentes —productor y usuario— en la constitución de la respectiva institución, y ellos fijan sus reglas de operación.</p> <p>2) Distinguen, en cuanto a su finalidad, derechos de propiedad sobre los resultados generados e intereses del productor y del usuario que las crean.</p> <p>3) Establecen reglas específicas relativas a la participación que tiene en ellas el personal proveniente de las organizaciones constitutivas.</p>
Nivel 2. Estructuras de coordinación de reglas e incentivos.	<ul style="list-style-type: none"> • Red Nacional de Grupos y Centros de Investigación (RNGCI). • Sistemas de CPI de cada sector, en particular el sistema CONACYT. • Sistema Nacional de Investigadores (SNInv). 	
Nivel 3. Reglas internas de organizaciones.	<ul style="list-style-type: none"> • Estatuto orgánico del CONACYT. • Reglamentos internos de las estructuras del nivel anterior. • Instrumentos jurídicos de creación de los CPI. 	
Nivel 4. Instancias de coordinación entre dependencias gubernamentales, organizaciones y comunidades de agentes.	<ul style="list-style-type: none"> • Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico. • Comités intersecretariales de presupuesto, intersectoriales y de vinculación (en particular el de educación superior y el de la RNGCI), e interinstitucional de estímulos fiscales. • Conferencia Nacional de Ciencia y Tecnología. • Foro Consultivo Científico y Tecnológico. 	

Un tercer nivel que ordena y regula, en muchos asuntos puntuales, a los anteriores está formado por las reglas del estatuto orgánico del CONACYT, los reglamentos internos de la RNGCI y de los sistemas específicos mencionados, y los instrumentos de creación —decretos o leyes— de las entidades paraestatales que sean declaradas CPI.

Un último y más alto nivel institucional que relaciona y vincula organizaciones está conformado por las instancias o estructuras organizativas de coordinación del SNI. Entre ellas están, en primer término, las que coordinan entidades de la APF: el Consejo General que actúa como la instancia máxima de vinculación entre dependencias federales y entidades paraestatales, y sus comités dependientes: intersecretarial de presupuesto, intersectoriales y de vinculación e interinstitucional de estímulos fiscales. Entre los intersectoriales y de vinculación deben destacarse, por su importancia en la creación de otras instituciones, el que se encarga de desarrollar la RNGCI y el de educación superior. En segundo término está la Conferencia Nacional de Ciencia y Tecnología, que establece las relaciones entre organismos gubernamentales de C&T de entidades federativas y municipios y diferentes niveles de la APF, y, por último, el FCCT que coordina representaciones de intereses de los agentes y organizaciones con la finalidad específica de emitir opiniones en el Consejo General y en la Junta de Gobierno del CONACYT.

En este conjunto amplio de instituciones no está claramente definido y diferenciado en las leyes ni en otros ordenamientos un tipo particular de instituciones intermedias que son fundamentales para la innovación: aquellas que articulan y relacionan a productores y usuarios de C&T, es decir, aquellas relacionadas indirectamente con la CTI. La importancia de las mismas para la regulación es evidente: son ámbitos para procesar y atender demandas específicas de los usuarios en los niveles sectorial y regional, mediante la actividad de productores especializados.¹⁹

Las principales características de estas instituciones son:

1. Se forman mediante acuerdos entre productores y usuarios, por ejemplo entre grupos de investigación y empresas.
2. Definen claramente el papel que tienen los agentes productor y usuario en la constitución de la respectiva institución, y ellos fijan las reglas de operación de las mismas.

19 La carencia de instituciones de interfaz está señalada en la bibliografía general y específica sobre el tema. En particular, véanse Casas y Luna (1997), Casalet (2000) y la introducción de Casas (2001).

3. Se distinguen claramente, en cuanto a su finalidad, derechos de propiedad sobre los resultados generados e intereses del productor y del usuario que las crean.
4. Establecen reglas específicas relativas a la participación que tiene en ellas el personal proveniente de las organizaciones constitutivas.

3.3.2 Diferentes aspectos de la estructura de gobernanza²⁰

Las reformas legales relativas a C&T formalizan los cambios introducidos en la gestión del CONACYT a partir de 1991 y en muchos aspectos de la estructura organizativa de C&T, que se fue tensionando y modificando durante los años de las reformas económicas. A continuación se describen las bases, órganos responsables y el proceso de formulación de la PCTI, la estructura presupuestal y las formas de financiamiento, y los criterios de coordinación implícitos que emanan del organigrama en que se sustenta la puesta en práctica de las políticas. Luego se presentan los mecanismos de coordinación y las estructuras de incentivos definidos en la legislación.

3.3.2.1 Bases, órganos responsables y formulación de la PCTI

La nueva formulación legal otorga a la PCTI mayor jerarquía dentro de la administración pública, a partir del supuesto de un mayor compromiso de las dependencias federales y entidades paraestatales. Los ordenamientos pretenden promover la participación responsable de agentes individuales u organizaciones públicas o privadas, y alientan conductas positivas, mediante incentivos y mecanismos de coordinación.

Para hacer posible la participación de los diferentes sectores —energía, educación, salud, etc.— y niveles de gobierno —municipal, estatal y federal, entidades paraestatales, organismos desconcentrados del gobierno federal, IES, CPI, empresas y demás organizaciones y agentes—, se establecen instancias decisorias y mecanismos de coordinación, en concordancia con las leyes de la APF y de entidades paraestatales, modificando el papel que tuvo el CONACYT antes y durante las reformas económicas. Las principales instancias decisorias y mecanismos de coordinación de la política pública respectiva son los que siguen:

- El Consejo General define y pone en práctica la política establecida en el PECYT y los programas sectoriales y regionales.

20 Esta subsección se basa en Puchet y Ruiz (2003 y 2008).

La dirección general del CONACYT, en particular su titular (DG), actúa como secretario ejecutivo del Consejo General y como coordinador de todos los comités intersectoriales y de vinculación que se establecen con todos los sectores de la APF y con algunas entidades paraestatales. En ese papel propone el PECYT y los programas específicos, además de integrar el anteproyecto de presupuesto a partir de áreas y programas estratégicos, prioridades y criterios de asignación del gasto público federal.

El FCCT articula la participación de las principales representaciones de comunidades de agentes; el coordinador del FCCT propone políticas, programas y orientaciones presupuestales al Consejo General.

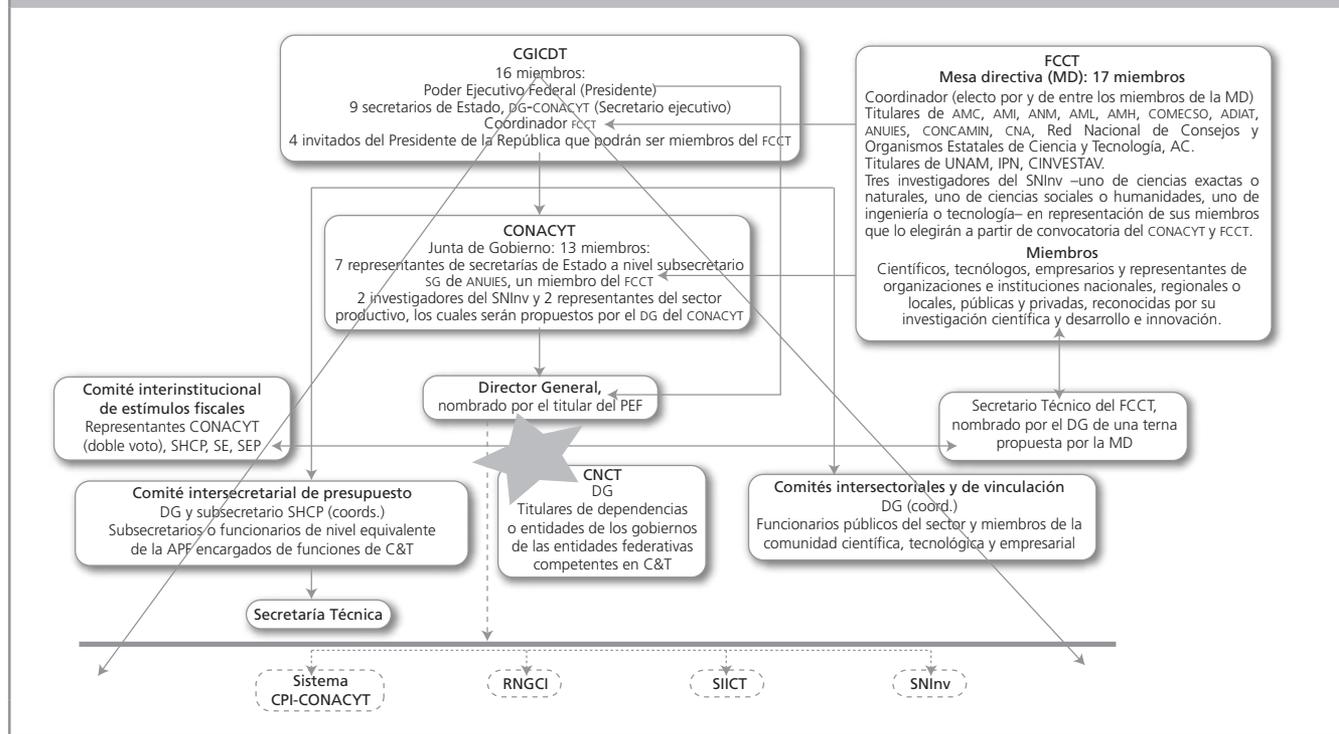
La Figura 1 ilustra las decisiones piramidales y centralizadas de la PCTI *versus* una organización descentralizada de las actividades de CTI. La figura muestra, entre otros aspectos, la constitución y relaciones del Consejo General, el CONACYT y el FCCT, y hace posible establecer la relación de estos órganos con los aspectos medulares de la PCTI.

La política de Estado de C&T que guiaría al sistema es definida por el Consejo General y se expresa mediante el PECYT y los programas sectoriales y regionales en la materia. Las políticas establecidas a este nivel comprenden orientaciones generales, reglas y mecanismos para ponerlas en práctica.

El director general del CONACYT, en su papel de secretario ejecutivo del Consejo General, formula y presenta el PECYT ante el Consejo General en concordancia con las bases establecidas por la ley (LCT, art. 10, inc. II). También, como coordinador de todos los comités intersectoriales y de vinculación que crea el Consejo General, propone las políticas y programas relativos a sectores económicos o aspectos específicos (LCT, arts. 8, 10, 17 y 30).

Una vez aprobados los marcos generales de la política por el Consejo General, el CONACYT formula las políticas públicas específicas de C&T. En particular diseña e instrumenta los apoyos a: 1) la *investigación científica básica y aplicada* en todas las áreas del conocimiento que se definen explícitamente: ciencias exactas, ciencias naturales, ciencias de la salud, humanidades y ciencias de la conducta, ciencias sociales, biotecnología y ciencias agropecuarias, e ingenierías; 2) la *innovación y el desarrollo tecnológico*, mediante la propuesta de políticas, instrumentos y medidas con relación a estímulos fiscales, financieros y de comercio exterior, facilidades administrativas y regímenes de propiedad intelectual; y 3) la generación, difusión y aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos.

En consonancia con la política formulada y decidida por el Consejo General, éste también aprueba instrumentos dependientes, como son: los esquemas generales de organización para atender, coordinar y vincular a

FIGURA 1. Decisiones piramidales y centralizadas de PCTI *versus* organización descentralizada de las actividades de CTI


las organizaciones activas de estas políticas, sean estas administraciones públicas, empresas privadas, entidades paraestatales o IES, los criterios y prioridades de gasto federal, y los lineamientos programáticos y presupuestales para ejercer los recursos que la federación asigne a las actividades científicas y tecnológicas.

El director general del CONACYT también diseña y presenta ante el Consejo General los instrumentos dependientes de la formulación general de política (LCT, art. 10, inc. II). En particular, integra el anteproyecto de presupuesto consolidado de C&T con sus áreas y programas estratégicos, y sus prioridades y criterios de gasto público federal.

El coordinador del FCCT también puede proponer al Consejo General políticas, programas y orientaciones presupuestales para desarrollar la investigación científica y el desarrollo tecnológico (LCT, art. 37).

3.3.2.2 Estructura presupuestal y financiamiento de la PCTI

Los ordenamientos legales introducidos supusieron, respecto al presupuesto federal, la creación del nuevo ramo 38 para registrar y administrar los fondos concedidos al CONACYT y al sistema de CPI sectorizados, a partir de 2002, bajo la égida de ese Consejo. Al mismo tiempo se unifica la presentación del presupuesto federal asignado a la C&T y ejercido por diversas secretarías de Estado junto con entidades paraestatales y órganos desconcentrados que están sectorizados bajo la responsabilidad de dichas secretarías.

La elaboración, integración y consolidación del presupuesto de C&T están a cargo de un comité intersecretarial, coordinado de manera conjunta por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), en el nivel del subsecretario y el director general del CONACYT. Junto a ellos se integran los subsecretarios o funcionarios de rango equivalente de la APF encargados de las funciones de investigación científica y desarrollo tecnológico de cada sector. Corresponde al CONACYT, en su carácter de responsable de sector de la APF, la propuesta y formulación del ramo 38. Así, el gasto federal en C&T se integra de acuerdo con un presupuesto específico surgido de la coordinación intersectorial donde participan las secretarías responsables de cada sector, el CONACYT y la SHCP (véase Sección 3.2, cuadros 2 y 3).

El financiamiento de las actividades de C&T está previsto que se haga, a partir de la ley de C&T de 1999, mediante fondos constituidos al efecto a través del régimen de fideicomisos. Los fondos definidos son de dos tipos: fondos CONACYT, y fondos de investigación científica y desarrollo tecnológico. En los primeros el CONACYT actúa como el responsable de

garantizar los fines científicos y tecnológicos del fondo y de su constitución, modificación o extinción. En los segundos son los CPI, otras entidades paraestatales u órganos desconcentrados de las secretarías de Estado, que tengan funciones de investigación científica y tecnológica, quienes asumen esas responsabilidades. Todos los fondos admiten contribuciones de terceros para las finalidades que se definan para cada uno.

La ley de C&T de 2002 también introdujo un nuevo esquema de estímulos fiscales para fomentar las actividades de I+D del sector productivo (véanse secciones 5.1.2 y 7.2.1). La aplicación de estos estímulos estuvo a cargo de un Comité Interinstitucional, integrado por el CONACYT (con doble voto), la SHCP, la Secretaría de Economía (SE) y la Secretaría de Educación Pública (SEP), que fijaba reglas de operación y sectores prioritarios. Su techo financiero se estipuló cada año en la Ley de Ingresos de la Federación. El año 2008 fue el último de operación. En 2009 este programa fue sustituido por el Fondo de Innovación Tecnológica (FIT) (véase Sección 5.1.2).

3.3.2.3 Criterios implícitos para la coordinación de los organismos federales

El cambio de mayor peso que introducen las leyes de C&T es, probablemente, la coordinación de los organismos de la APF que cumplen funciones en la materia. Para ello se creó el Consejo General, se transformó la Junta Directiva del CONACYT y se le conceden amplias e importantes atribuciones a su director general. La centralización de responsabilidades y atribuciones en el Consejo General, presidido por el titular del Poder Ejecutivo Federal, concede a las actividades de C&T una mayor jerarquía en la APF e impone una coordinación presidencial de las tareas que desarrollan las dependencias federales, las entidades paraestatales y los órganos desconcentrados.

La coordinación de las actividades de C&T (Figura 1) está compuesta por una pirámide jerárquica que depende del presidente de la República, en cuyo centro, con múltiples y variados papeles, está el director general del CONACYT, y en cuya base se ubican sistemas y redes descentralizadas de organizaciones y agentes individuales. Así están presentes, en el mismo subconjunto de instituciones emanado de los ordenamientos legales, dos criterios de coordinación divergentes. Uno se expresa en la jerarquía vertical que requiere para funcionar un DG del CONACYT con más interlocutores y funciones que cualquier otro funcionario equivalente de la APF.

El otro criterio supone una interacción horizontal de redes de organizaciones donde participan decenas de miles de agentes individuales. Es así que, por un lado, se estipula un criterio de coordinación que implica decisiones verticales y formas de gobernanza estrictamente jerárquicas de la PCTI; y por el otro, emana un criterio que promueve la coordinación horizontal y formas de gobernanza surgidas de la interacción en redes establecidas para realizar las actividades de CTI.

La Figura 1 presentada anteriormente indica de manera gráfica ambos criterios. La presencia conjunta de ambos criterios de coordinación revela una falla de diseño institucional que se traslada a la implementación. Por un lado hay órganos jerárquicos —Consejo General, Junta Directiva del CONACYT, comités intersectoriales— donde prácticamente no participan los tomadores de decisiones de las organizaciones en las cuales se realizan las actividades de c&t —pero donde se toman todas las decisiones de política pública—, y por el otro lado, hay una inmensa descentralización de organizaciones y agentes que se expresa luego claramente en los mecanismos de coordinación y las estructuras de incentivos del mismo marco legal. Esta falla compromete las formas de gobernanza de todo el sistema, y crea dificultades para formular y acordar la política de Estado legalmente prescrita.

3.3.2.4 Mecanismos de coordinación

Los diferentes agentes y organizaciones que participan en las actividades de CTI y las distintas organizaciones gubernamentales que deben instrumentar la PCTI tienen definidos en la legislación un conjunto de mecanismos de coordinación. Éstos relacionan agentes y organizaciones de forma transversal. El Cuadro 5 muestra los órganos e instancias de coordinación establecidos en las leyes, los agentes y las organizaciones coordinadas, y los procedimientos y funciones que configuran los mecanismos aludidos.

El Cuadro 5 permite apreciar el grado de complejidad que tienen las relaciones entre los diversos mecanismos definidos. Deben notarse todas las instancias donde participa el DG del CONACYT, quien de esta forma ejerce un papel fundamental y una responsabilidad directa en las relaciones entre los distintos mecanismos de coordinación. Pero también están todas las responsabilidades indirectas estipuladas en decretos de creación de CPI, y los reglamentos secundarios de los sistemas de CPI para formar el sector de c&t, de información científica y tecnológica, y el SNIN, y de la red de grupos y centros de investigación que forman parte de la coordinación programática y operativa.

CUADRO 5: Mecanismos de coordinación de políticas y decisiones

Mecanismo de coordinación	Agentes y organizaciones coordinados
Comité interinstitucional de estímulos fiscales	Empresas privadas y entidades paraestatales que invierten en desarrollo tecnológico
Comité inter-secretarial de presupuesto	Subsecretarías de Estado con actividades científicas y tecnológicas
Conferencia Nacional de Ciencia y Tecnología (CNCT)	Organismos y entidades de C&T de los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios con CONACYT
Comités intersectoriales y de vinculación	Secretarías, subsecretarías y entidades paraestatales de cada sector con CONACYT
Comité intersectorial de educación superior	Subsecretaría de Educación Superior e Investigación Científica (SESIC) e IES con CONACYT
Secretaría técnica del FCCT	CONACYT y Mesa Directiva del FCCT
Sistema CONACYT	CPI del sector de C&T
Red Nacional de Grupos y Centros de Investigación (RNGCI) – IES	Grupos y centros de investigación de las IES
Red Nacional de Grupos y Centros de Investigación (RNGCI) – empresas privadas y entidades paraestatales	Grupos y centros de investigación de empresas privadas y entidades paraestatales
Consejo Directivo del SICT	Dependencias y entidades de la APF, IES, CPI, empresas paraestatales, privadas, corporaciones
Consejo de Aprobación del SNInv	Comisiones dictaminadoras y órganos administrativos del SNInv dependientes del CONACYT

Composición, procedimientos y funciones

Representantes del CONACYT (con voto de calidad), SHCP, SE y SEP difunden las reglas generales mediante las cuales el Comité selecciona las empresas y entidades que se benefician de estímulos fiscales (LCT, art. 29, inc. A).

Subsecretarios y funcionarios de nivel equivalente de la APF encargados de las funciones de investigación científica y desarrollo tecnológico. Integra políticas y programas prioritarios en los anteproyectos de programas operativos y presupuestos anuales. Revisa la congruencia global del anteproyecto de presupuesto del ramo (LCT, art. 9).

El DG del CONACYT (quien la preside) y los titulares de las dependencias y organismos de los gobiernos de los estados en materia de C&T. Tiene reglas de organización y funcionamiento propuestas por el director general del CONACYT y sesiona cada seis meses (LCT, art. 32). Promueve acciones para apoyar la investigación científica y el desarrollo tecnológico (IC y DT), y participa en la definición de políticas y programas (LCT, art. 31).

Funcionarios involucrados en las tareas de investigación científica y desarrollo tecnológico de cada sector. Articula las políticas, propone los programas prioritarios y las áreas estratégicas, y vincula la investigación con las áreas respectivas (LCT, art. 8). Promueve la creación de fondos sectoriales para financiar programas y proyectos de C&T (LCT, arts. 8 y 25). Propone convenios entre las dependencias sectoriales de la APF y los gobiernos de entidades federativas y municipios que establezcan programas y apoyos específicos de carácter regional, estatal y municipal para impulsar el desarrollo y descentralización de las actividades de C&T (LCT, art. 33).

Funcionarios involucrados en las tareas de educación superior. Articula las políticas, propone los programas prioritarios y las áreas estratégicas, y vincula la investigación con la educación (LCT, art. 8). Establece los mecanismos de coordinación y colaboración entre SEP y el CONACYT necesarios para apoyar conjuntamente: a) los estudios de posgrado, b) la formación y consolidación de grupos académicos de investigación, y c) la investigación científica básica en todas las áreas del conocimiento y el desarrollo tecnológico (LCT, art. 42).

Organiza y desarrolla los trabajos de los comités especializados que forme la mesa directiva del FCCT y los procesos de consulta que organice (LCT, art. 36, inc. 6). Transmite a través del CONACYT las recomendaciones y propuestas que emanan de los comités especializados del FCCT a las dependencias e instancias competentes y recibe las respuestas que resulten (LCT, art. 36).

Coordina las actividades de los CPI como lo establece el estatuto orgánico del CONACYT (LOC, arts. 9, inc. 12, y 6, inc. 15).

Vincula los grupos y centros de las IES en términos de estrategias, programas, acciones, recursos humanos e infraestructura para desarrollar la IC y DT (LCT, art. 30).

Vincula entre otros grupos y centros de los sectores productivo privado y paraestatal en términos de estrategias, programas, acciones, recursos humanos e infraestructura para desarrollar la C&T (LCT, art. 30).

El DG y el adjunto de Planeación del CONACYT, los miembros permanentes que hayan sido designados por los titulares de las dependencias, entidades e instituciones siguientes: AMC, ADIAT, ANUIES, CANACINTRA, CINVESTAV, FCCT, CCE, CONACYT, INEGI, IPN, SE, SCT, SEP, SENER, SEMARNAT, SSA y UNAM, y miembros temporales invitados por el DG del CONACYT. Dirige y administra las actividades del SICT.

El DG y otros cuatro directores adjuntos del CONACYT, los subsecretarios de Educación Superior e Investigación Científica y de Educación e Investigación Tecnológica de la SEP, el coordinador y los miembros del SNINV integrantes de la Mesa Directiva del FCCT. Decide sobre nombramiento de comisiones dictaminadoras y miembros del SNInv y articula las propuestas relativas al SNInv entre el FCCT y la Junta de Gobierno del CONACYT (Reglamento del SNInv, art. 2).

También debe considerarse no sólo la participación y la responsabilidad del DG en los mecanismos de coordinación, sino la inmensa cantidad y variedad de funciones y atribuciones que tiene. Así es posible establecer que éstas abarcan desde el diseño, formulación, propuesta, instrumentación y operación de reglas y normas de toda jerarquía —leyes, reglamentos, decretos de creación de CPI, estatutos orgánicos, normas operativas, que dan lugar a la generación de instituciones formales, formas de gobernanza y estructuras de incentivos para todo el sistema de C&T—, pasando por responsabilidades de conducción y liderazgo de sistemas de CPI, de redes, de otros sistemas sumamente relevantes para la investigación científica y el desarrollo tecnológico como el Sistema Integral de Información Científica y Tecnológica (SIICT) y el SNIIV, y llegando hasta la participación como representante del CONACYT en conflictos administrativos, laborales e incluso civiles y penales.

3.3.2.5 Estructuras de incentivos vigentes

Las señales que generan las interacciones en el marco de las instituciones hacen que agentes y organizaciones sigan ciertas conductas, interioricen determinadas decisiones y sus motivaciones y que, a la vez, respondan mediante formas definidas. Esas señales son los incentivos que circulan en el SNI. La estructura de incentivos se configura mediante mecanismos —sanciones, premios; costos, beneficios; penalizaciones, remuneraciones— que moldean normas sociales asociadas con la CTI y sustentan el comportamiento de los agentes.²¹ Algunas de esas normas se refieren a las formas de financiar, contratar, promover y recompensar a investigadores, empresarios, directivos de investigación y desarrollo, y administradores de C&T.

El Cuadro 6 lista los incentivos que están vigentes en los ordenamientos legales. El uso de estas estructuras por parte de los diferentes órganos responsables y la puesta en práctica de políticas que las incorporan es muy desigual. El panorama global que muestra el cuadro contribuye a detectar posibles rutas de implementación de políticas basándose en estructuras poco utilizadas o, incluso, no utilizadas.

Una descripción más detallada y amplia de los ordenamientos jurídicos y las instituciones de C&T y de sus posibles escenarios de modificación a mediano y largo plazo se puede consultar en Cabrero, Valdez y López Ayllón (2006).

21 Véase Bowles (2004: 57).

CUADRO 6: Estructuras de incentivos**Incentivos directos a los participantes en las actividades de CTI**

Tipos de estructuras	Agentes destinatarios	Características
<i>Sistema Nacional de Investigadores</i>	Investigadores científicos y tecnólogos (ICT) de IES, CPI, empresas y entidades paraestatales (EP) del RNEIC&T	<ul style="list-style-type: none"> • Creado por decreto presidencial en 1984, es el principal mecanismo de incentivos directos a los investigadores. • Conducción y aspectos reglamentarios dependen enteramente del CONACYT.
<p><i>Otros sistemas de incentivos</i> Sistema nacional de estímulos e incentivos</p> <p>Carrera de investigador de los CPI</p> <p>Remuneraciones por la participación en proyectos y programas de investigación específicos de los CPI.</p>	<p>ICT de cualquier entidad del RNEIC&T</p> <p>ICT de los CPI</p> <p>ICT de los CPI</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El CONACYT está facultado para diseñar, organizar y operar <i>un sistema nacional de estímulos e incentivos para la formación y consolidación de investigadores y grupos de investigadores en cualesquiera de sus ramas y especialidades y para promover el establecimiento de nuevos premios y estímulos</i> (LOC, art. 2, inc. 18). No se ha puesto en práctica ni se han definido las normas que lo articulan con el SNInv y con los programas de estímulos vigentes en IES y CPI. • Todo CPI debe contar con sistemas integrales de incentivos al desempeño y la productividad del trabajo científico y tecnológico (LCT, art. 55). Se han implementado sólo parcialmente. • Todo CPI que disponga de recursos autogenerados debe estar en condiciones de otorgar ingresos adicionales a sus investigadores provenientes de la enajenación de bienes, de la prestación de servicios o de las regalías por la aplicación o explotación de derechos de propiedad intelectual (LCT, art. 56).
<i>Becas para estudios de posgrado</i>	Estudiantes de posgrado de IES y CPI reconocidas por el CONACYT	<ul style="list-style-type: none"> • Principal estímulo para la formación de las capacidades de investigación científica y desarrollo tecnológico con que cuenta el país desde 1973 mediante becas para estudios en instituciones nacionales y extranjeras.

continúa en la página siguiente

Fondos de fomento a la C&T		
Tipos de estructuras	Agentes destinatarios	Características
<i>Fondos CONACYT</i>	Investigadores o grupos de investigadores registrados en el RNIEC&T	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyan y financian actividades directamente vinculadas a la C&T (LCT, art. 24, inc. 5). • El CONACYT actúa como el responsable de garantizar los fines científicos y tecnológicos del fondo y de su constitución, modificación o extinción. • Son de diferentes clases según de donde provengan sus recursos: institucionales, sectoriales, de cooperación internacional, y mixtos.
<i>Fondos de investigación científica y desarrollo tecnológico</i>	Investigadores o grupos de investigadores	<ul style="list-style-type: none"> • Se forman con recursos autogenerados por el CPI o la entidad paraestatal u órgano desconcentrado de que se trate, derivados de la prestación de servicios, bienes y productos de investigación y desarrollo tecnológico y de la capacitación de recursos humanos de alta calificación (LCT, arts. 23, 50 y 54). • Los fondos de desarrollo tecnológico pueden conformar asociaciones, alianzas, consorcios o nuevas empresas privadas de base tecnológica donde se incorporen investigadores formados en los centros (LCT, art. 51).
Estímulos fiscales al sector productivo		
Tipos de estructuras	Agentes destinatarios	Características
<i>Recursos aportados a fondos</i>	Empresas privadas y EP	<ul style="list-style-type: none"> • Las aportaciones a los fondos institucionales, sectoriales y mixtos definidos en la ley y constituidos por las instancias respectivas son deducibles del Impuesto sobre la Renta (ISR) (LCT, art. 28).
<i>Recursos para proyectos de desarrollo tecnológico</i>	Empresas privadas y EP	<ul style="list-style-type: none"> • Son aportaciones definidas para proyectos de desarrollo tecnológico de las empresas (LCT, Cap. IV, sec. V).

3.4 Gobernanza y centros públicos de investigación

Los CPI son entidades paraestatales a las que se les concede por decreto presidencial un régimen de autonomía estipulado en la LCT y otras leyes conexas. Son creados por ley o por decreto, tienen como finalidad realizar de manera predominante actividades de investigación científica o de desarrollo tecnológico y gozan de autonomía de gestión presupuestal, técnica, operativa y de administración.

En concordancia con la LCT de 2002 y sus reformas de 2006, los CPI tienen facultades para vincularse con empresas públicas y privadas, realizar proyectos conjuntos con ellas, formar empresas de base tecnológica e integrar fondos para la investigación científica y el desarrollo tecnológico por medio de recursos autogenerados o de donaciones. Todas las decisiones relacionadas con la gestión presupuestal, técnica, operativa y administrativa son responsabilidad de sus órganos de gobierno.

Los investigadores de los CPI pueden participar en los proyectos de investigación que acuerden los CPI con otras entidades, recibir remuneraciones por su participación en ellos y fundar empresas privadas a las que se les transfieran resultados de las investigaciones realizadas en el CPI.

Es importante resaltar dos aspectos relativos a las relaciones entre los órganos de gobierno de los CPI y el Poder Ejecutivo federal, mediante el CONACYT, y entre esos órganos y los investigadores. La formación de los órganos de gobierno y la designación de las autoridades de los CPI tiene diversas modalidades según los instrumentos de creación respectivos. En su gran mayoría fueron creados por decreto presidencial y, por ello, la integración de sus órganos de gobierno y la designación de sus directores es facultad de secretarios de Estado, del DG del CONACYT y, en última instancia, del Presidente de la República. Por otra parte, la incorporación de los investigadores a órganos de gobierno no sigue un criterio legal general sino que está también estipulada, de muy diversas formas, en los instrumentos de creación de los CPI.

No obstante las reformas legales realizadas al régimen de autonomía y gestión de los CPI desde 1999, los avances siguen siendo limitados y para casos muy particulares: además de que dependen, de muy diversas formas, de la voluntad del Presidente de la República. Ello genera fuertes problemas de credibilidad para las empresas y otras entidades que tienen que convenir proyectos y acuerdos con dichos centros.

Si bien la dependencia de los CPI respecto a la discrecionalidad presidencial ha disminuido considerablemente, desde la perspectiva de opera-

ción del sistema político mexicano, la autoridad presidencial sigue siendo la última responsable de las decisiones fundamentales en relación con los CPI. Es difícil, por tanto, que una contraparte esté dispuesta a arriesgar lo suficiente cuando los mecanismos y procesos últimos de decisión no están sujetos a controles y contrapesos basados en reglas conocidas. Se carece además de procedimientos flexibles que den salida a las resoluciones emanadas de los órganos de gobierno de los CPI. Al mismo tiempo, la falta de reglas claras para permitir la participación de los investigadores en la toma de decisiones dentro de los órganos de gobierno de los CPI debilita el respaldo y la credibilidad técnica de los convenios que dichos órganos autorizan.

La legislación para la reconversión de CPI, o para la creación de nuevos centros de este tipo presenta redundancias e incluso contradicciones con una diversidad de instrumentos jurídicos que, en su mayoría, emanan del Poder Ejecutivo federal. Ello conduce a que este conjunto de organizaciones, que en principio tienen características sumamente positivas para dinamizar el funcionamiento del SNI, no logren desplegar todas sus capacidades. Mejorar e independizar las formas de gobierno de los CPI conduciría a una mejora en la gobernanza del sistema en su conjunto.

Elementos para una evaluación global del programa de política de CTI 2000-2007

LA INSTITUCIONALIZACIÓN DE LA POLÍTICA DE CTI (PCTI) comienza con la creación en 1970 del CONACYT, la primera agencia gubernamental responsable del diseño e implementación de tales políticas. Las responsabilidades legales del CONACYT se refieren tanto a la formulación de políticas como a la organización de fondos. Sin embargo, desde sus comienzos, la actividad del CONACYT ha sido complicada debido a las debilidades en el contrato social para la CTI.¹ Tales debilidades provienen en parte de la endeble posición política del Consejo dentro del SNI, y de la baja inversión pública histórica en CTI (véanse secciones 2.3 y 3.3). Efectivamente, otras instancias federales, como las secretarías de Educación Pública, Salud o Economía, mantienen capacidades de toma de decisiones y presupuestales más grandes con relación a la CTI (véase Sección 3.2).²

La definición de la PCTI para el periodo 2001-2006 se benefició de varios cambios en el marco regulatorio (véase Sección 3.3) y acumuló el aprendizaje de experiencias pasadas en la creación y diseño de políticas. Esto fue acompañado por una estrategia de aprendizaje de las experiencias internacionales relativas a la PCTI. Las reformas legales más destacadas fueron la Ley de Fomento de la Investigación Científica y el Desarrollo Tecnológico, de 1999 (en lo sucesivo la ley sobre C&T de 1999), la publicación del PECYT —el documento principal que ha guiado la PCTI en México desde 2001— y, después, las leyes de C&T y Orgánica del CONACYT que se aprobaron en 2002.

1 Como se destaca en el Capítulo 3, dicho contrato, formal o informal, establece las normas sociales que aseguran el apoyo de la sociedad a las actividades de CTI, y la consecuente reciprocidad en las responsabilidades de estas actividades con la sociedad. Guston (2000) se refiere a un «contrato social para la ciencia», aquí se usa un concepto más amplio con el fin de incluir explícitamente al desarrollo tecnológico y la innovación como partes de dicho contrato.

2 El presupuesto consolidado incluye no sólo los recursos concedidos al CONACYT y su sistema de investigación pública asociado, sino también aquellos fondos asignados a CTI por diversas organizaciones gubernamentales federales.

Este capítulo presenta una evaluación global del programa de la PCTI 2000-2007, que incluye tanto el diseño de esta política como la posterior asignación de recursos, que introdujo desviaciones importantes respecto a lo planeado.

4.1 El PECYT y el PECiTI como principales instrumentos de planeación

El PECYT fue el instrumento fundamental de planeación del gobierno federal en C&T para el periodo 2001-2006, y se prolongó durante 2007. Su objetivo general era integrar y coordinar el esfuerzo nacional en las actividades de C&T, de acuerdo con el respectivo Plan Nacional de Desarrollo. Su fundamento legal fue la ley de C&T de 1999. Para el periodo presidencial 2007-2012 se puso en práctica el PECiTI, que guiará la política de CTI hasta 2012. El PECiTI da continuidad al PECYT y se adecúa a la ley de C&T de 2002, al incorporar en el discurso de la PCTI la innovación como un objetivo declarado.

El PECYT planteó tres objetivos rectores asociados a un conjunto de estrategias de acción específicas que se muestran en el Cuadro 1.

En cierto modo, tres de los objetivos principales del PECYT son adoptados por el PECiTI. En efecto, algunas de las estrategias del PECYT han sido elevadas al nivel de objetivos centrales en el PECiTI. Este último documento establece cinco objetivos en lugar de tres, a saber:

1. Establecer políticas de Estado a corto, mediano y largo plazo que permitan fortalecer la cadena de educación, ciencia básica y aplicada, tecnología e innovación.
2. Descentralizar las actividades científicas, tecnológicas y de innovación.
3. Fomentar un mayor financiamiento de la ciencia básica y aplicada, la tecnología y la innovación.
4. Mayor inversión en infraestructura científica, tecnológica y de innovación.
5. Evaluar la aplicación de los recursos públicos que se invertirán en la formación de recursos humanos de alta calidad (científicos y tecnólogos), y en las tareas de investigación científica, innovación y desarrollo tecnológico.

CUADRO 1. Objetivos rectores y estrategias específicas contenidas en el PECYT 2001-2006

Objetivos rectores	Estrategias
1. Contar con una política de Estado en C&T	<ul style="list-style-type: none">• Estructurar el Sistema Nacional de C&T• Adecuar la Ley Orgánica del CONACYT• Impulsar las áreas de conocimiento estratégicas para el desarrollo del país• Descentralizar las actividades científicas y tecnológicas• Acrecentar la cultura científica y tecnológica de la sociedad
2. Incrementar la capacidad científica y tecnológica del país	<ul style="list-style-type: none">• Aumentar el presupuesto nacional para actividades de C&T• Aumentar el personal técnico medio y superior y el científico con posgrado• Promover la investigación científica y tecnológica• Ampliar la infraestructura científica y tecnológica nacional• Fortalecer la cooperación internacional en C&T
3. Elevar la competitividad y la innovación en las empresas	<ul style="list-style-type: none">• Incrementar la inversión privada en I+D• Promover la gestión tecnológica en las empresas• Promover la incorporación de personal científico y tecnológico de alto nivel en las empresas• Fortalecer la infraestructura orientada a apoyar la competitividad y la innovación de las empresas

FUENTE: PECYT.

La introducción del quinto objetivo central es un cambio notable, ya que representa un compromiso explícito por parte de las autoridades de CTI con la transparencia y la rendición de cuentas respecto a las actividades que llevan a cabo. Aunque tal compromiso también existió en el PECYT, no estuvo jerarquizado como objetivo central del programa.

Los principios que dan forma al nuevo modelo de política de CTI incluyen: 1) la adopción de principios más estrictos de calidad y la búsqueda de la pertinencia de la I+D llevada a cabo en el sistema de investigación pública, valorada según su mayor orientación hacia la solución de problemas nacionales económicos y sociales; 2) la urgencia de promover la interactividad y coordinación entre agentes del SNI; 3) el compromiso con la regionalización de las capacidades de CTI en todo el país; 4) la promoción de actividades de innovación, particularmente por el sector privado; y 5) la apertura de espacios para la participación de grupos amplios de la sociedad mexicana en la PCTI, junto con la obligación de informar mejor sobre la formulación de políticas. Estos objetivos se vieron traducidos en alrededor de sesenta fondos y programas operados por el CONACYT o en conexión con otras organizaciones (véase Sección 4.2).

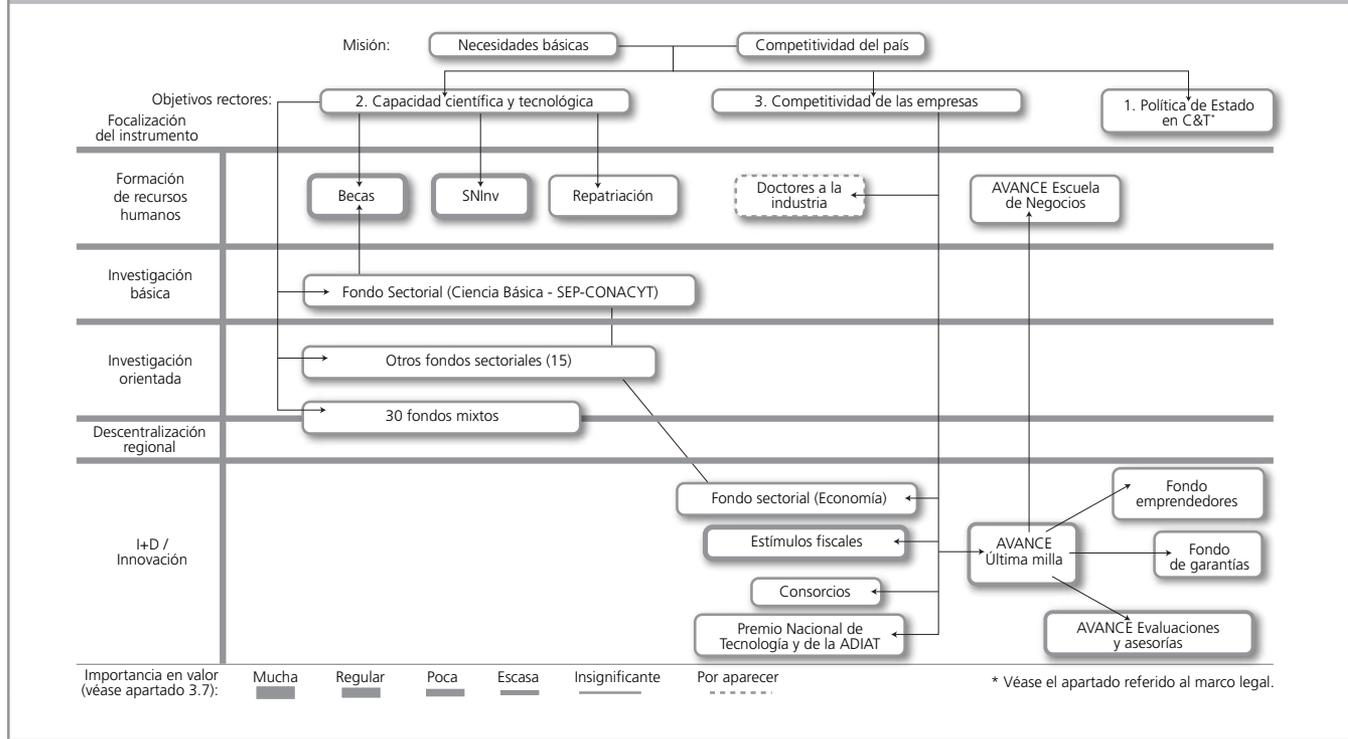
En cuanto a los objetivos y estrategias del PECYT, se definen metas cuantitativas alcanzables cada cinco años hasta llegar a 2025. Es decir, se plantea una PCTI a largo plazo. La meta principal se refiere al gasto en investigación y desarrollo experimental (GIDE); se planteó incrementarlo de 0.4% del PIB en 2001 al 1.0% en 2006, imitando el esfuerzo realizado por otras economías emergentes para incrementar este indicador.

La evaluación del primer objetivo de PECYT se presentó en la Sección 3.3, los otros objetivos son analizados en las secciones subsecuentes de este capítulo.

4.2 La combinación de políticas: coherencia del diseño

Según los objetivos del nuevo modelo de política, en el periodo analizado el CONACYT introdujo, reformó o continuó la implementación de varios instrumentos de política para apoyar actividades de CTI. En este sentido dichos instrumentos se encaminan a crear o impulsar la investigación básica y orientada, la regionalización, la I+D junto con la innovación y la formación de recursos humanos. La Figura 1 y el Cuadro 2 ilustran la actual combinación de políticas (*policy mix*) que forma la PCTI en México. Algunos de los instrumentos más importantes se delinean a continuación. Posteriormente, en el Capítulo 5 se realiza un análisis detallado de varios de ellos, en el Capítulo 6 se identifican algunas buenas prácticas y en el Capítulo 7 se analiza su impacto.

FIGURA 1. Lógica subyacente en la combinación de políticas de CTI, 2001-2007



CUADRO 2. Principales instrumentos de la PCTI asociados al CONACYT y sus respectivas contrapartes

Nombre	Contraparte	Función del CONACYT (1ra convocatoria)
<i>Fondos sectoriales</i>		
Fondo Sectorial de Investigación para la Educación (Fondo de Ciencia Básica)	SEP	Secretaría administrativa (1995)
Fondo Sectorial de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Económico (Fondo de Economía)	Secretaría de Economía	Secretaría administrativa (2002)
Otros fondos sectoriales ²	Secretarías de Estado	Secretaría administrativa (2002)
<i>Fondos mixtos</i>		
Fondos mixtos de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica CONACYT-gobiernos estatales/municipales	Gobiernos de entidades federativas ⁴	Secretaría técnica (2002)
<i>Fondos institucionales</i>		
Otros fondos institucionales ³	No se contempla de manera forzosa	Secretaría técnica
Fondo Emprendedores CONACYT-NAFIN	NAFIN-Nacional Financiera	Secretaría técnica (2003)
Fondo de Garantías CONACYT-NAFIN	NAFIN-Nacional Financiera	Secretaría técnica (2003)
AVANCE. Última Milla	No	Administración propia (2003)
AVANCE. Escuela de negocios	No	Administración propia (2003)
AVANCE. Evaluaciones y asesorías	No	Administración propia (2003)
<i>Otros instrumentos</i>		
Becas de posgrado	No	Administración propia (1971)
Sistema Nacional de Investigadores	SEP (hasta el año 2001)	Administración propia (1984)
Estímulos fiscales	SHCP, SEP, Economía	Secretaría técnica Comité intersecretarial (2002)
<p>1. El enfoque se refiere a la forma en que el instrumento se ha diseñado o ha operado en la práctica. 2. Incluye 15 fondos adicionales adscritos a diversas secretarías de Estado: SEP, SEMARNAT, Sedesol, SEBYN, SEGOB, SEMAR, SRE, SAGARPA, SCT y entidades de la administración pública: IMSS, CFE, ASA, CNA, Conafovi, DF, Inmujeres, Conafor.</p>		

Enfoque del instrumento ¹					
Investigación		Descentralizar C&T	I + D/ Innovación	Recursos humanos	
Básica	Orientada				
	Muy importante	No	No	No	Poco
	No	Regular	No	Muy importante	No
	Poco	Muy importante	Poco	Poco	No
	Poco	Muy importante	Muy importante	Poco	Poco
	Regular	No	No	No	Regular
	No	No	No	Muy importante	No
	No	No	No	Muy importante	No
	No	No	No	Muy importante	No
	No	No	No	Muy importante	Importante
	No	No	No	Muy importante	No
	No	No	No	No	Muy importante
	Muy importante	No	Muy importante	No	Muy importante
	No	No	No	Muy importante	No

3. Proyectos GTM, Proyectos CIAM, Proyectos de la National Science Foundation y de revistas mexicanas de investigación científica. Repatriaciones, estancias posdoctorales, Programa de Fortalecimiento al Posgrado Nacional. 4. Excepto Chihuahua, Veracruz, el DF y Oaxaca, que estaban en negociación, y el gobierno municipal de Ciudad Juárez.

FUENTE: Basado en FCCT (2006a), el cual a la vez se apoya en convocatorias emitidas por el CONACYT, Informe de Ciencia y Tecnología, Situación Financiera de los Fondos, 2004, 2005 y 2006, e Informe de Autoevaluación.

- Diecisiete fondos sectoriales: operados en conjunto con algunas secretarías de Estado u otras organizaciones del gobierno. Estos fondos nuevos promueven el desarrollo y consolidación de las capacidades de CTI de acuerdo con las necesidades estratégicas de cada sector participante (por ejemplo, investigación básica, economía/innovación, energía, agricultura, etc.). Entre ellos se destacan:
 1. Fondo Sectorial de Investigación para la Educación, también llamado «fondo de ciencia básica», creado con recursos concurrentes de la Secretaría de Educación Pública y el CONACYT. Su objetivo es apoyar el desarrollo de investigación científica y tecnológica de la más alta calidad para atender necesidades nacionales. Tradicionalmente las convocatorias se dirigían a investigadores individuales, pero con el PECYT se ha puesto mayor énfasis en proyectos que involucren redes y grupos de investigación integrados por investigadores de diferentes instituciones.
 2. Fondo Sectorial de C&T para el Desarrollo Económico, creado a partir de recursos concurrentes de la Secretaría de Economía y del CONACYT. Su objetivo es apoyar proyectos de innovación y desarrollo tecnológico que fortalezcan la competitividad de las empresas establecidas en México y que promuevan negocios de alto valor agregado, a partir de la aplicación de conocimientos y avances tecnológicos. Las propuestas deben ser presentadas por empresas sobre la base de recursos concurrentes.
- Treinta y dos fondos mixtos (FOMIX): éstos remplazaron a los anteriores fondos de investigación regionales y persiguen objetivos similares a los de los sectoriales; sin embargo, en este caso la asociación con los gobiernos municipales o estatales tiene la intención de ajustar las capacidades y el desarrollo de la CTI a las demandas locales. Estos son los únicos fondos que tienen el objetivo explícito de regionalizar las capacidades de la CTI.
- Fondos institucionales: esta categoría incluye una gama compleja de viejos y nuevos instrumentos —desde el desarrollo de recursos humanos hasta proyectos especiales—, bajo el control exclusivo del CONACYT (por ejemplo, AVANCE, repatriaciones). AVANCE (Alto Valor Agregado en Negocios con Conocimiento y Empleados): el objetivo es impulsar a las empresas a innovar en pro-

ductos y procesos de alto valor agregado basados en esfuerzos tecnológicos originales. Se otorgan apoyos en la etapa de transición entre investigación y aplicación, y se busca el apalancamiento ulterior en la fase de capitalización de la empresa. AVANCE es un programa sombrilla, que incluye: Última Milla, Emprendedores, Fondo de Garantías y Escuela de Negocios.

- El Sistema Nacional de Investigadores (SNINV) es uno de los instrumentos con más historia en el país, ya que se convoca desde 1984. Sus objetivos principales incluyen la promoción de la formación, desarrollo y consolidación de una masa crítica de investigadores al más alto nivel, en su mayoría dentro del sistema público de educación superior e investigación. El SNINV concede estímulos, tanto pecuniarios (una compensación mensual) como no pecuniarios (estatus y reconocimiento) a investigadores basándose en la productividad y calidad de su investigación. Aunque varias reformas han incrementado la importancia de productos distintos de las publicaciones —por ejemplo patentes y desarrollos tecnológicos— para la asignación de los estímulos, el principio de «publica o sucumbe» se mantiene como el principal incentivo para los investigadores nacionales.
- El Programa de Becas de Posgrado constituye la fuente más importante de financiamiento para estudiantes mexicanos que buscan una educación de posgrado tanto en México como en el extranjero. Contribuye a la educación y entrenamiento de futuros científicos y tecnólogos apoyando el desarrollo de capacidades de CTI internas.
- Estímulos fiscales a la I+D: aparentemente el instrumento más exitoso para promover la CTI en el sector privado en el periodo analizado. Estos estímulos apoyan la generación de conocimiento, producción y comercialización de nuevos productos y servicios basados en esfuerzos tecnológicos originales realizados por empresas situadas en México. El CONACYT lleva una coordinación técnica del instrumento. Los estímulos fiscales no implican ninguna transferencia directa de recursos desde el CONACYT hacia las empresas. El techo presupuestal establecido anualmente para el instrumento por la SHCP creció rápidamente desde su creación, en 2001, hasta 2008. Este monto es visto como una parte del gasto federal en actividades de CTI, toda vez que supone una reducción de los ingresos del Estado para su aplicación en la I+D.

CUADRO 3. Distribución del presupuesto del CONACYT por instrumento, 2002-2006/p (millones de dólares de 2003)

Instrumentos	2002	2003	2004
<i>Formación de recursos humanos y ciencia básica</i>			
Becas	178.7	150.1	158.5
SNInv	111.2	94.3	96.6
SEP-CONACYT	64.2	27.8	25.4
Becas posdoctorado	0.0	0.0	0.0
Repatriaciones	4.7	6.8	2.0
Retenciones	1.7	2.1	0.8
Posgrados ¹	11.7	0.0	0.0
Becas mixtas	0.0	0.0	0.0
Subtotal	372.2	281.1	283.2
<i>Investigación orientada</i>			
SEMARNAT*	14.6	0.0	3.0
Salud*	8.1	6.0	6.5
SAGARPA*	4.2	4.2	3.4
Otros sectoriales ²	5.9	9.7	4.2
Total F. mixtos	24.6	20.6	17.4
Subtotal	57.5	40.5	34.5
<i>I + D + Innovación</i>			
AVANCE Escuela de Negocios	0.0	1.4	0.0
AVANCE Última Milla	0.0	1.7	6.4
AVANCE Evaluaciones y asesorías	0.0	0.3	0.0
Fondo emprendedores	0.0	4.9	0.0
Fondo de garantías	0.0	2.8	0.0
SEMAR	3.5	3.2	0.4
Economía	11.6	9.3	4.7
CFE	0.0	2.8	2.5
Consorcios	0.0	0.3	1.2
Megaproyectos y laboratorios	0.0	0.0	0.0
Langebio	0.0	0.0	0.0
Subtotal	15.0	26.6	15.2
<i>Otros</i>			
Otros institucionales ³	2.3	5.4	11.2
Gasto de operación	46.5	43.3	45.3
Otros apoyos ⁴	26.2	73.6	36.5
Total CONACYT	519.7	470.5	426.0

* Incluyen una muy pequeña proporción de proyectos de desarrollo tecnológico. 2006/p: datos acumulados al mes de octubre. 1. Posgrados: incluye fortalecimiento al posgrado. 2. Otros fondos sectoriales, incluye: CNA, SEBYN, ASA, Conafovi, DF, Inmujeres, Segob, SRE, Conafor, Sedesol. 3. Otros fondos institucionales, incluye: Proyectos GTM, Proyectos CIAM, Proyectos NSF y revistas mexicanas de IC, Cooperación CE, infraestructura

	2005	2006	Millones de dólares Acumulado 2002-2006	% Acumulado 2002-2006
	181.1	188.1	856.4	35.5
	123.9	133.1	559.1	23.2
	27.3	18.5	163.1	6.8
	0.0	8.5	8.5	0.4
	3.7	10.7	27.9	1.2
	3.5	2.4	10.5	0.4
	0.0	0.0	11.7	0.5
	0.0	0.0	0.0	0.0
	339.5	361.2	1,637.2	67.9
	0.7	0.4	18.7	0.8
	6.0	0.4	26.9	1.1
	4.1	1.4	17.3	0.7
	2.4	1.3	23.5	1.0
	27.3	10.6	100.6	4.2
	40.4	14.1	187.0	7.8
	0.0	0.0	1.4	0.1
	5.7	0.0	13.7	0.6
	0.0	0.0	0.3	0.0
	0.0	0.0	4.9	0.2
	0.0	2.6	5.4	0.2
	0.5	0.5	8.1	0.3
	7.7	7.5	40.8	1.7
	0.0	1.4	6.7	0.3
	1.0	0.0	2.5	0.1
	0.0	18.9	18.9	0.8
	0.0	3.8	3.8	0.2
	14.9	34.7	106.4	4.4
	13.9	35.8	68.6	2.8
	44.7	46.1	225.9	9.4
	41.0	8.6	185.9	7.7
	494.2	500.5	2,411.0	100.0

científica, infraestructura tecnológica, infraestructura CPIS y Apoyos complementarios. 4. Incluye los recursos asignados a Apoyos Especiales a la Academia Mexicana de Ciencias, al FCCT, ADIAT, y otros apoyos asignados vía los fondos institucionales.

FUENTE: FCCT (2006a), el cual a su vez se apoya en el CONACYT, Informe de Ciencia y Tecnología; Situación Financiera de los Fondos, al mes de octubre de 2007, Informe de Autoevaluación, 2003.

4.3 La política de CTI en la práctica: la asignación de recursos a los diferentes instrumentos

Al contrario de los objetivos establecidos por el PECYT con relación a un creciente y continuo gasto público en CTI, la expansión efectiva tanto del GFCYT como del presupuesto del CONACYT fueron lentos. Esto tuvo efectos sobre la implementación del *policy mix* al limitar la asignación de recursos hacia algunos instrumentos, afectando así también la ya baja articulación entre los instrumentos que financian actividades complementarias.

En cuanto a la ejecución del presupuesto del CONACYT, la persistencia de ciertas inercias, principalmente en cuanto al compromiso de pagar las nóminas del SNIN y de las becas de posgrado, ha dificultado lograr un equilibrio en el cumplimiento de los objetivos rectores del PECYT. Predominan los montos asignados a la formación de recursos humanos y al apoyo a la investigación (SNIN, becas de posgrado, fondos sectoriales y FOMIX), respecto a los instrumentos orientados al desarrollo tecnológico (AVANCE, Consorcios) (véase Cuadro 3). El esfuerzo de diseño de una variedad de instrumentos contrasta con la concentrada asignación de recursos en unos pocos de ellos.

Un problema adicional es la diferente periodicidad y regularidad en la asignación de recursos. Si bien un conjunto de instrumentos ha recibido apoyos regulares (por ejemplo el SNIN, fondos sectoriales y mixtos), para otros la situación ha sido diferente. Esto se observa particularmente en los nuevos instrumentos de apoyo a la innovación. Por ejemplo, para el programa AVANCE no hubo asignaciones frescas del presupuesto, la disponibilidad de dinero estuvo condicionada a la liquidación y liberación de los recursos colocados en programas anteriores.

La asignación de recursos refleja prioridades implícitas de la CTI, las cuales difieren del diseño plasmado en el PECYT: 1) énfasis en la formación de recursos humanos y en el apoyo a la ciencia básica; 2) pocos recursos para investigación orientada a problemas; y 3) muchos menores recursos para la I+D e innovación del sector productivo dentro del presupuesto del CONACYT. La porción del presupuesto asignada al SNIN, las becas de posgrado y al fondo de ciencia básica representó 67.9% del presupuesto del CONACYT en el periodo 2002-2006, mientras que los recursos destinados a promover la investigación orientada (FOMIX y la mayoría de los fondos sectoriales excepto ciencia básica) representaron el 7.8%, y los recursos para promover la I+D e innovación del sector productivo (AVANCE, fondo de economía, consorcios, etc.) fueron del 4.4%.

Evaluación de los instrumentos de financiamiento, promoción y regulación para estimular la innovación

DESDE PRINCIPIOS de los noventa se implementaron algunos programas especiales y nuevas regulaciones para promover la I+D e innovación en el sector privado (véase la tercera etapa en la Sección 3.1.2). Estos programas carecieron de continuidad: cada administración federal nueva modificó sus objetivos y mecanismos para la asignación de recursos. Por ejemplo, FIDETEC duró ocho años, FORCCYTEC dos años y PROMTEC sólo un año. En el PECYT se redefinieron algunos instrumentos y se introdujeron otros nuevos para la finalidad señalada, así como para la promoción de alianzas público-privadas orientadas a la innovación. Este capítulo presenta una evaluación de los instrumentos de financiamiento, promoción y regulación para estimular la I+D e innovación que fueron utilizados durante el periodo 2000-2007.

5.1 Promoción de la I+D empresarial y la innovación tecnológica

5.1.1 Fondo Sectorial de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Económico (Fondo de Economía)

El Fondo de Economía fue constituido por la Secretaría de Economía y el CONACYT en el marco del PECYT y del Programa de Desarrollo Empresarial 2001-2006. Ha sido convocado todos los años desde que se lanzó la primera convocatoria en 2002. El objetivo del fondo es apoyar proyectos de innovación y desarrollo tecnológico que fortalezcan la competitividad de las empresas establecidas en México y que promuevan negocios de alto valor agregado, a partir de la aplicación de conocimientos y avances

tecnológicos. Las propuestas deben ser presentadas por empresas y es necesario aportar recursos concurrentes.

Este instrumento se caracteriza por su orientación a proyectos de empresas encaminados al desarrollo de «nuevos» productos, procesos y negocios. Asimismo, existe una clara intención de fomentar la vinculación entre los agentes del SNI. Las empresas grandes que deseen participar deben hacerlo incorporando en sus propuestas a micro y pequeñas o medianas empresas (pymes), que podrán ser parte de su cadena de proveedores o distribuidores y que se beneficien y aporten al desarrollo del proyecto. Adicionalmente, las propuestas que cuenten con la participación de CPI u organizaciones tales como universidades, institutos, centros de ingeniería y desarrollo tecnológico, tienen mayor posibilidad de ser elegidas.

Las áreas productivas que más se han beneficiado de este instrumento son las siguientes: industria alimentaria, industria automotriz y de autopartes, industria eléctrica y electrónica, e industria farmacéutica y biotecnológica.

La primera convocatoria del fondo, en 2002, despertó una gran expectativa por parte de los usuarios. Se presentaron 295 propuestas por un monto de financiamiento de 2,292 millones de pesos, sin embargo sólo se aprobaron 56 proyectos por un monto de 124 millones de pesos (Cuadro 1). En este sentido el instrumento sólo contó con fondos para satisfacer el 5.4% de la demanda de recursos y el 19% de los proyectos presentados. Aunque en 2003 la cantidad aprobada aumentó, volvió a decaer en 2004. En general durante todo el periodo en que el PECYT estuvo activo, el volumen de financiamiento se mantuvo sistemáticamente bajo y los niveles de rechazo altos.

CUADRO 1. Evolución de los montos solicitados y otorgados en el Fondo de Economía (millones de pesos)

Año	Monto solicitado	Monto aprobado	Tasa de rechazo (%)
2002	2,292.5	124.1	94.6
2003	406.9	204.8	49.7
2004	813.0	127.7	84.3
2005	ND*	175.7	ND

* No disponible.

FUENTE: Elaborado con información del CONACYT y la UAM (2004 y 2005).

La operación del fondo muestra una acentuada dificultad de las microempresas para obtener apoyo económico, a la par que una alta concentración hacia las empresas grandes (véase Cuadro 2).

CUADRO 2. Distribución porcentual del monto otorgado según tamaño de empresa				
Tamaño de empresa	2002	2003	2004	2005
Micro	17.4	1.2	10.1	2.4
Pequeña	24.2	17.6	27.8	26.7
Mediana	40.8	12.9	27.9	31.3
Grande	17.6	68.49	34.2	39.7
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

FUENTE: Elaboración propia con base en información del CONACYT.

Este instrumento ha fomentado la vinculación de las empresas con IES y CPI. Como se puede observar en el Cuadro 3, en la primera convocatoria el 48.2% de los proyectos incluía un componente de vinculación con la academia. Este porcentaje ha ido creciendo y en la convocatoria de 2005 el 86.9% de los proyectos se hizo en vinculación con IES y CPI. En 2004, el 64% de los proyectos se realizó con IES estatales y CPI, lo cual denota una mayor desconcentración institucional que otros instrumentos. Asimismo, las IES estatales han incrementado significativamente su participación, lo cual contribuye a la regionalización de las capacidades de CTI, uno de los objetivos del PECYT.

CUADRO 3. Proyectos con vinculación apoyados por el Fondo de Economía, 2002-2005 (%)				
	2002	2003	2004	2005
Proyectos con vinculación (%)	48.2	49.2	89.1	86.9
CPI	44.4	41.9	29.8	30.1
IES federales	51.9	12.9	31.6	24.7
IES estatales	3.7	38.7	35.1	34.2
Empresas	0.0	3.2	0.0	0.0
Otros	0.0	0.0	3.5	11.0
Proyectos sin vinculación (%)	51.8	50.8	10.9	13.1
Total de proyectos (%)	100.0	100.0	100.0	100.0
Total de proyectos (#)	56	63	64	84

FUENTE: Elaboración propia con base en información del CONACYT.

5.1.2 Estímulos fiscales a la I+D

El programa de estímulos fiscales a la I+D de las empresas tiene como antecedentes dos experiencias de la década del 80 que tuvieron poco éxito, debido principalmente al bajo interés despertado entre las empresas y a la escasa actividad de I+D que entonces desplegaban. En esos programas se otorgaron recursos muy modestos, que fueron aprovechados principalmente por grupos de investigación académica.¹ El objetivo del programa establecido en 2001 fue impulsar esa actividad en las empresas, como base para alcanzar mayores niveles de competitividad internacional y para la creación de empleos especializados de alta remuneración.

Este nuevo instrumento se caracteriza por un porcentaje más alto de estímulo, comparado con sus antecesores; un concepto de la actividad de desarrollo tecnológico más incluyente y más cercano a la práctica de las empresas; y preferencia por los proyectos de desarrollo de nuevos productos, procesos o negocios.

A partir de su arranque en 2001, el programa evolucionó positivamente: el número de empresas participantes creció de 192 en 2001 a 1,045 en 2006; el número de proyectos presentados pasó en el mismo periodo de 679 a 3,155, y los estímulos otorgados de 416 a 4,000 millones de pesos (cuadros 4 y 5). A todo lo largo del periodo analizado se han beneficiado más de 1,000 empresas.

CUADRO 4. Empresas que han participado en el programa de estímulos fiscales, 2001-2006 (%)

Año	Empresas					Estímulos obtenidos Valor total (miles de pesos)
	Solicitantes	Obtuvieron el beneficio	No obtuvieron el beneficio	Ya habían participado	Nuevas	
2001	192	150	42	-	192	415,687
2002	242	201	41	122	120	495,196
2003	275	245	29	159	116	499,999
2004	398	357	41	205	193	999,999
2005	645	607	38	318	327	3,000,000
2006	1,045	480	565	305	175	4,000,000

FUENTE: CONACYT.

1 Sólo el 19.7% de los estímulos otorgados fueron recibidos por empresas.

El mayor interés y participación se han dado en empresas grandes con capital extranjero. Las empresas pequeñas y micro aumentaron levemente su participación a lo largo del tiempo en cuanto a los proyectos presentados (Cuadro 5). Representaron el 12.2% del total de proyectos presentados en 2001 y el 17.4% en 2005. En 2006 los datos se refieren a los proyectos aprobados, y las empresas pequeñas y micro representaron el 12.8% del total. En general su participación en proyectos presentados es mayor a la obtenida en proyectos aprobados. Pero si consideramos la participación en el total de montos concedidos, su peso es significativamente menor, las grandes empresas son las mayores beneficiarias de este instrumento, obtuvieron alrededor del 80% del monto autorizado. Es de notar que las empresas pequeñas y micro tienden también a incrementar su participación de acuerdo al monto: del 3.9% en 2001 al 6.6% en 2006, pero de todas formas su participación es marginal (véase Cuadro 6).

CUADRO 5. Evolución del número de proyectos presentados al programa de estímulos fiscales según el tamaño de empresa, 2001-2006

Tamaño de empresa	2001	2002	2003	2004	2005	2006*
Grande	346	577	698	939	1,374	1,058
Mediana	250	322	323	423	576	351
Pequeña	58	109	141	141	239	131
Micro	25	59	35	104	172	76
Total	679	1,067	1,197	1,607	2,361	1,616

* Los datos se refieren a proyectos aprobados, el total de proyectos presentados este año fue de 3,155.

FUENTE: CONACYT.

CUADRO 6. Evolución de la cantidad concedida al programa de estímulos fiscales por tamaño de empresa, 2001-2006 (%)

Tamaño de empresa	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Grande	69.6	69.9	70.1	79.7	80.8	78.5
Mediana	26.5	22.1	20.7	14.9	12.6	14.9
Pequeña	3.0	6.4	8.4	3.8	4.9	5.2
Micro	0.9	1.6	0.8	1.5	1.8	1.4
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

En cuanto a ramas productivas, las más activas han sido: automotriz, química, informática, farmacéutica, metalmecánica, alimentos, electrónica y eléctrica, que en conjunto representan poco más del 80% de los estímulos solicitados durante 2006.

El porcentaje de proyectos aprobados fue 48% en 2006, calculado de acuerdo con la cantidad de recursos demandados por las empresas, y 51% de acuerdo al número de proyectos. La tasa de rechazos creció del 11% en 2005 al 49% en 2006, como resultado de un importante aumento en el número de solicitudes, de 2,361 a 3,155, a pesar del aumento en la cantidad ofrecida por la Secretaría de Hacienda, de 3,000 a 4,000 millones de pesos mexicanos.

El instrumento ha evolucionado a partir del aprendizaje sobre la implementación. De ser totalmente horizontal ha pasado a incluir elementos de selectividad. En 2007 la distribución de recursos fue la siguiente: 1,000 millones para pymes y fuentes de energía alternas, 1,000 millones para la creación de infraestructura para centros de I+D, 1,000 millones para proyectos que incorporen vínculos con IES y CPI (se requiere que 20% de los gastos sean hechos a través de tales instituciones), y 1,500 millones para proyectos generales. Los criterios de preferencia incluyen: continuidad a proyectos multianuales, generación formal de patentes, incrementos en productividad, generación de empleos de alta calificación y remuneración, creación de centros privados de I+D que incorporen personal de posgrado, y proyectos que incluyan vínculos con IES y CPI.

El PECITI, lanzado en septiembre de 2008, sustituyó el programa de estímulos fiscales a la I+D por un nuevo instrumento llamado Fondo de Innovación Tecnológica (FIT), para estimular directamente a las actividades de innovación. Mientras que los estímulos fiscales dependían de que las empresas pagaran impuestos para poder recibir el beneficio fiscal, con el FIT el apoyo económico se otorga previamente a la elaboración de los proyectos. Se asignaron 2,500 millones de pesos para 2009, los que se deben ejercer en tres rubros: un tercio para apoyar exclusivamente a las pymes para que desarrollen investigación, un tercio para empresas que presenten proyectos de investigación e impulso tecnológico en coordinación con IES y CPI, y un tercio para grandes empresas.

5.1.3 AVANCE (Alto Valor Agregado en Negocios con Conocimiento y Empresarios)

El programa AVANCE no tiene antecedente directo en administraciones anteriores. Sin embargo algunas acciones de apoyo a la vinculación academia-empresa (PAIDEC), la incubación de empresas de base tecnológica y, sobre todo, el programa llamado «de riesgo compartido» (cuya sigla era FIDETEC) tuvieron propósitos parecidos.

El objetivo de AVANCE es impulsar a las empresas a introducir innovaciones en productos y procesos de alto valor agregado basados en tecnología, mediante apoyos otorgados a la inversión en la etapa de transición entre investigación y aplicación, así como al apalancamiento ulterior en la fase de capitalización de la empresa. La novedad más importante consiste en el tratamiento de las propuestas, que se reciben como proyectos de inversión y no como proyectos de investigación. AVANCE es un instrumento que vincula al CONACYT con otras instituciones, y más específicamente con el sector financiero. Es un programa integrado por diversas herramientas (Última Milla, Programa Emprendedores, Fondo de Garantías para el Fomento Tecnológico, Escuela de Negocios y Asesorías y Evaluaciones), dirigidas puntualmente a apoyar principalmente las etapas de introducción de nuevos productos y procesos:

- Última Milla se orienta a lograr que desarrollos científicos y tecnológicos maduros puedan convertirse en prospectos de inversión para negocios de alto valor agregado.
- El Programa Emprendedores CONACYT-NAFIN ofrece capital de riesgo complementario a los fondos de inversión privados para desarrollar nuevas líneas de negocios a partir de resultados de I+D.
- El Fondo de Garantías para el Fomento Tecnológico CONACYT-NAFIN facilita el acceso a líneas de crédito a empresas que desarrollan nuevos productos, procesos o servicios, así como nuevas líneas de negocio mediante el otorgamiento de garantías y condiciones de financiamiento preferentes.

Los sujetos de apoyo son las empresas que realizan actividades de investigación científica, tecnológica o desarrollo tecnológico públicas o privadas y que se encuentren inscritas en el RENIECYT. AVANCE es el único programa del PECYT que explícitamente convoca a la presentación de proyectos en las áreas estratégicas (tecnologías de información y comunicación, biotecnología, nuevos materiales, diseño y procesos de manufactura, e infraestructura para el desarrollo urbano y rural) definidas en el PECYT.

En el periodo analizado se hicieron dos convocatorias de propuestas, en 2003 y 2005. Los recursos asociados con la primera comenzaron a operar en 2004 y los de la segunda en 2005 y 2006. Entre ambas convocatorias hubo 580 solicitudes a estos programas, dos terceras partes provenientes de empresas, y el resto, en su mayoría, originadas en IES y CPI, 140 proyectos fueron aprobados y 137 apoyados. La mayoría de

los proyectos están relacionados con la modalidad de Última Milla. En términos de recursos, aunque éstos se duplican entre ambos llamados, la cantidad total continúa siendo muy limitada. El Cuadro 7 enlista los recursos concedidos por año a las empresas solicitantes.

CUADRO 7. Recursos totales comprometidos en el programa AVANCE			
Concepto	Fondos asignados (miles de dólares)		
	2004	2005	2006
Estudios de prefactibilidad	143	446	ND
Proyectos en Última Milla	8,776	12,539	27,681
Capital Emprendedor	1,007	3,816	ND*
Total	9,926	16,801	27,681

* No disponible.

FUENTE: CONACYT (2007 y 2005).

De acuerdo con las áreas estratégicas, como se observa en el Cuadro 8, tecnologías de la información y diseño y procesos de manufactura captaron más del 40% de los recursos.

Dado lo novedoso del programa, su arranque planteó dificultades administrativas sobre todo en relación con la evaluación de las propuestas y la adjudicación y administración de los fondos; los procedimientos se han revisado para tratar de superarlas.

CUADRO 8. AVANCE: recursos asignados por sector			
Sectores	Empresas/otros participantes		Monto asignado (% del total)
	#	% del total	
Tecnologías de la información	46	33.6	28.7
Industrias de procesos químicos	12	8.8	12.2
Materiales avanzados	11	8.0	7.2
Diseño y procesos de manufactura	13	9.5	7.0
Electrónica y telecomunicaciones	9	6.6	6.7
Biotecnología	9	6.6	6.1
Aeronáutica	3	2.2	3.2
Agricultura, pesca y comida	7	5.1	7.2
Otros sectores	26	19.7	22.3
Todos los sectores	137	100.0	100.0

FUENTE: Base de datos del CONACYT.

5.1.4 Consorcios y Redes

En el año 2003 se introdujo la primera convocatoria de Consorcios. La operación entre 2003 y 2006 fue difícil por la baja asignación de recursos al instrumento, alrededor de 3 millones de dólares en todo el periodo. En 2007 existía un conjunto de consorcios o redes que operaban en el marco de las áreas estratégicas del conocimiento definidas por el PECYT, con diferentes grados de evolución:

- Xignus-CONACYT.
- Farmacología.
- Fundación Médica Sur-CONACYT.
- Acuicultura.
- Sigma Alimentos.
- Celdas de combustión.
- Nanociencia.
- Textil.
- Telecomunicaciones.
- 3M.

En 2007, y relacionado con el subprograma de Consorcios de Innovación para la Competitividad, se lanzó una nueva convocatoria dirigida a la creación de Alianzas Estratégicas y Redes de Innovación (AERI) que contribuyan a elevar la competitividad de sectores productivos en el país.

Las AERI son asociaciones entre empresas, IES y centros públicos y privados de investigación que atiendan necesidades específicas para el incremento de la competitividad del sector productivo, mediante la inversión en investigación, desarrollo tecnológico e innovación (I+D e innovación). Las AERI deberán estar conformadas por al menos dos empresas y dos entidades de investigación (IES o CPI).

El CONACYT financia proyectos de AERI según dos modalidades:

- I. Proyectos destinados a la definición e integración de la AERI y a la elaboración de un plan de desarrollo de capacidades que atiendan necesidades del sector productivo del país con un horizonte de tres a cinco años.

2. Para el caso de AERI que ya se encuentren integradas, proyectos de I+D e innovación con potencial comercial y viabilidad técnica que contemplen la formación de recursos humanos especializados y que atiendan necesidades específicas para el incremento de la competitividad de un sector económico.

5.1.5 Nuevos instrumentos introducidos por el PECiTI

Recientemente el PECiTI ha incorporado una batería de nuevos instrumentos que buscan promover la generación de capacidades tecnológicas en las empresas y atender algunas limitaciones que se habían identificado en la combinación de políticas asociada al PECYT. Vale la pena mencionar que siguen ausentes instrumentos para promover el aprendizaje, las innovaciones incrementales y la transferencia de tecnología.

IDEA (Incorporación de científicos y tecnólogos mexicanos en el sector social y productivo del país)

IDEA es un instrumento orientado a mejorar la capacidad tecnológica de las empresas mexicanas y a fortalecer la articulación del SNI mediante el estímulo de los vínculos universidad-empresa. El instrumento funciona bajo el esquema de pago de una beca a profesionales mexicanos con grado de maestría o doctorado que se integren a una empresa para desarrollar un proyecto de I+D e innovación. El instrumento está dirigido a empresas y busca:

- Propiciar el fortalecimiento del SNI incrementando la capacidad de las empresas para desarrollar tecnología con personal calificado, mediante la incorporación de maestros y doctores con experiencia de investigación.
- Brindar espacios alternativos para el desarrollo de profesionales con maestría o doctorado y buscar que éstos logren una vinculación estable con el sector productivo, previendo su futura incorporación a las empresas.

La primera convocatoria se lanzó en 2007; los resultados no fueron muy satisfactorios.

Estancias sabáticas en las empresas

Es un instrumento con objetivos similares a IDEA, en la medida que pretende mejorar la capacidad tecnológica de las empresas. La presentación de un proyecto de I+D e innovación por parte de la empresa origina estancias sabáticas de doctores en el sector social y productivo del país. Sus objetivos son:

- Elevar la competitividad y la innovación de las empresas mediante la incorporación de doctores a sus actividades vía estancias sabáticas.
- Brindar los espacios para el desarrollo profesional de doctores y tratar que éstos logren una vinculación adecuada con el sector productivo.

Se dirige a empresas interesadas en mejorar sus capacidades tecnológicas e inscritas en el RENIECYT, para presentar proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación que brinden espacios para que doctores adscritos como profesores o investigadores de tiempo completo en IES o CPI del país realicen estancias sabáticas dentro de las empresas.

Los beneficios esperados según la convocatoria son los siguientes:

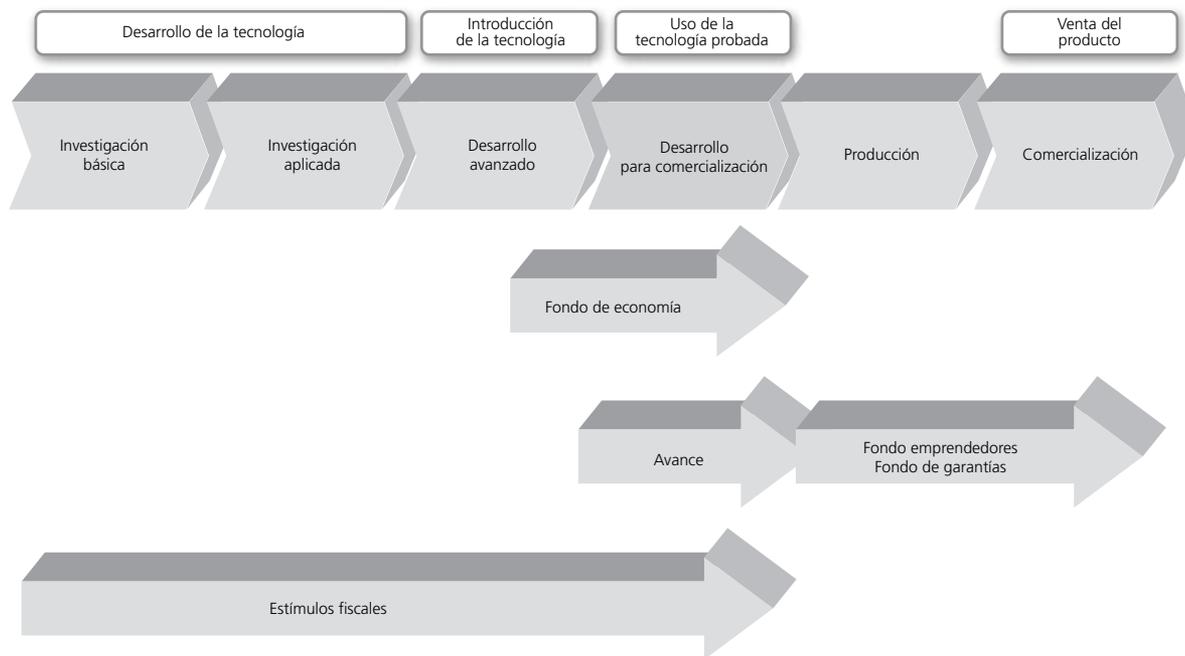
- Detonar proyectos de desarrollo e innovación tecnológica conjuntamente entre el CONACYT y el sector productivo.
- Mejorar la capacidad tecnológica de la empresa.
- Incentivar a la empresa privada a brindar espacios para proyectos de I+D a doctores altamente calificados.
- Establecer mecanismos que integren esfuerzos, capacidades y recursos de las empresas para la realización de proyectos científicos, tecnológicos y de innovación.
- Promover la creación de departamentos técnicos, de ingeniería (del producto, de procesos, de planta, de sistemas) y de desarrollo o investigación, según la capacidad y necesidades de la empresa.

Al igual que IDEA, la primera convocatoria se lanzó en 2007 y los resultados no fueron los esperados.

5.2 Limitaciones de la combinación de instrumentos orientados al sector privado

Los instrumentos utilizados para fomentar las actividades de I+D e innovación del sector productivo presentan varios problemas en su diseño: 1) la mayoría de los instrumentos atienden a las últimas etapas de la I+D, que corresponden a actividades de post I+D (última fase del desarrollo avanzado y el desarrollo para la comercialización), y a actividades de innovación no basadas en I+D; en contraste, sólo los estímulos fiscales a la I+D están dirigidos al desarrollo de tecnología (véase Figura 1); 2) los instrumentos introducidos fomentan a las empresas que ya tienen alguna capacidad de I+D e innovación, pero no hay instrumentos para aumentar la base de empresas que realizan estas actividades; 3) no hay instrumentos para estimular la demanda de productos innovadores; 4) no se introducen instrumentos para la transferencia, asimilación y mejora de tecnologías existentes en México o en el extranjero; y 5) aun cuando el PECYT contemplaba desde el inicio el fomento a la competitividad de las empresas, el paquete de políticas de innovación demoró mucho en ser integrado, ya que algunos instrumentos se introdujeron hacia la mitad del sexenio (AVANCE y Consorcios), lo cual sólo permitió tener una política de innovación más integral hacia el final del sexenio. En el Capítulo 10 se discute la importancia de ampliar la diversidad de empresas innovadoras para estimular la convolución entre C&T e innovación.

Algunos de los nuevos instrumentos convocados en el marco del PECITI buscan, en cierta medida, resolver parte del desbalance mencionado arriba, sobre todo los referentes a IDEA y a las estancias sabáticas dentro de las empresas.

FIGURA 1. Instrumentos de acuerdo a las etapas de la I+D del sector productivo

FUENTE: FCCT (2006a).

Buenas prácticas en programas e instrumentos de la política de CTI

ESTE CAPÍTULO DESCRIBE un conjunto de lo que se consideran «buenas prácticas» en programas e instrumentos de la política de CTI. La definición de «buena práctica» en materia de política depende en gran medida de la perspectiva desde la que se evalúa un tema en particular. La definición de buena práctica en este libro se enfoca en los resultados y operación de los programas. Se podrían obtener conclusiones distintas si se abordara el análisis desde la perspectiva del diseño de los mismos. La evaluación que se presenta a continuación varía en cuanto a la extensión y rigor dedicado a cada uno de los programas. Ello es debido a que los programas difieren ampliamente en varios sentidos. Por una parte, algunos han tenido un largo historial y vigencia, tales como el programa CONACYT de becas de posgrado o el Sistema Nacional de Investigadores. Otros, por el contrario, son de reciente creación, como es el caso del programa AVANCE. Algunos programas han sido cambiados o modificados en su operación durante distintos periodos de gobierno, mientras que otros se han mantenido sin cambios apreciables o con pequeñas mejoras a lo largo del tiempo.

6.1 Desarrollo de recursos humanos de alto nivel: Programa CONACYT de Becas de Posgrado y Sistema Nacional de Investigadores¹

En el contexto de una política que privilegia la construcción de la oferta de recursos humanos en CTI, tanto el Programa CONACYT de Becas de Posgrado como el SNINV pueden considerarse entre los que proveen las

1 Esta sección se elaboró con base en FCCT (2006a), CONACYT (2007b) y Sainz et al (2007).

mejores prácticas en relación con la política de CTI en México.² En principio, ambos buscan resolver algunas de las históricas y más críticas fallas de mercado que caracterizan al SNI en México, a saber: la «ausencia de una masa crítica de recursos humanos para actividades de CTI»; y en el caso del SNIInv, la «baja valuación social otorgada a las actividades de CTI» (véase el Capítulo 9). Este último problema se agravó de manera notable hacia mediados de la década de 1980 (véase Sección 3.1.2).

En cuanto al Programa de Becas de Posgrado, una gran cantidad de estudiantes —más de 150,000— se ha beneficiado de los apoyos durante sus más de 36 años de existencia. De hecho, es el programa de financiamiento más importante para mexicanos que buscan acceder a educación de posgrado en México o en el extranjero. Por su parte, la membresía del SNIInv se ha expandido de manera sostenida desde una base de 1,396 investigadores en su año de fundación, 1984, hasta 13,485 investigadores en 2007. Esto es un incremento de diez veces a lo largo de 23 años.

El Programa de Becas y el SNIInv son los dos únicos programas que han logrado permanecer vigentes a lo largo de la historia del CONACYT.³ Esto contrasta con algunos otros programas instrumentados por el Consejo cuya vigencia ha sido más bien reducida. Destacan sobre todo los apoyos a la innovación tecnológica en el sector privado. La congruencia entre los esfuerzos realizados por las autoridades mexicanas y el objetivo de elevar la oferta de recursos humanos de alto nivel queda patente en la significativa inversión pública destinada a ambos programas. En conjunto, representan más de dos terceras partes del presupuesto anual del CONACYT en 2006 (véase Sección 4.3).

Ambos programas han transcurrido por procesos continuos de mejora a lo largo de su historia, lo que refleja procesos acumulativos de aprendizaje derivados de su operación y administración. Se destaca la eficiencia en el manejo de las convocatorias, la puntualidad en el pago de los apoyos y un trato adecuado a los usuarios. En torno a ambos programas se han beneficiado y construido importantes comunidades de investigadores y becarios. En cierta manera, dichas comunidades han incorporado ya a sus comportamientos y responden a los incentivos promovidos por el Programa de Becas y el SNIInv. La sistematización de la operación desde el CONACYT ha venido acompañada por la creación de canales específicos de comunicación entre los usuarios y los responsables de la política.

2 En esta sección se discuten únicamente algunos de los elementos por los que consideramos al programa de becas y al SNIInv respectivamente, como mejores prácticas de política, y, en su caso, posibles lecciones de política para otros países. Un análisis más amplio de los resultados e impactos de ambos programas sobre la operación del SNIInv se presenta en las secciones 7.2.2 y 7.2.3.

3 Previo al año 2001, el SNIInv se encontraba bajo el control de la Secretaría de Educación Pública.

Asimismo, en el caso del SNINV, las diversas comisiones que integran el sistema han abierto nuevos mecanismos de comunicación entre la propia comunidad de investigadores.

El CONACYT no ha logrado explotar suficientemente las posibles complementariedades entre el Programa de Becas y el SNINV. No obstante, ambos programas han influido de manera significativa en algunas otras áreas y programas dentro del Consejo. Éstas van desde las acciones en materia de cooperación internacional —por ejemplo, la celebración de convenios con IES en el extranjero— hasta la creación de programas específicos con sinergias positivas para el desarrollo y consolidación de la educación de posgrado en México.

Por último, pero no menos importante, el SNINV ha promovido la profesionalización de la C&T en México, a la vez que ha fomentado una cultura de evaluación y rendición de cuentas. También ha generado incentivos para la productividad de la investigación y el desarrollo de la comunidad académica de alto nivel en el país (véanse las secciones 2.3.4, 2.4.1, 7.2.2 y 7.2.3).

6.2 Aprendiendo a administrar fondos competidos en el sector agrícola: el caso de las Fundaciones Produce⁴

Las Fundaciones Produce (FP) son un ejemplo de una buena práctica que ha superado varios defectos en la operación de la política de CTI en México. Entre las lecciones más importantes a aprender de esta experiencia destacan:

- La importancia crucial de involucrar a los interesados, productores agrícolas y pecuarios en este caso, en la administración de los fondos de CTI.
- La experiencia asociada con la búsqueda de metodologías y el establecimiento de formas para definir prioridades que guíen los proyectos de investigación.
- El aprendizaje de manejar las propuestas de proyectos, pasando de un manejo directo de fondo competido (FC) a un sistema cercano a la subasta de contratos, y a mejorar la interacción entre investigadores y productores.

4 Basado en Ekboir et al (2009) y Vera-Cruz et al (2008).

- El continuo proceso de aprendizaje en cuanto a la implementación de la PCTI, que les permitió moverse de una sola asignación de recursos a un mecanismo para la exploración simultánea de métodos alternativos para promover la innovación.

A continuación se presenta una descripción más detallada sobre este caso. Las FP fueron creadas en 1996 como un intento de movilizar fondos para el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y mejorar su interacción con los productores. Con el tiempo, las FP expandieron el alcance de sus acciones para incluir actividades de asesoría sobre políticas al gobierno federal y a los gobiernos estatales donde se ubican, y la dirección de un fondo competitivo para la investigación y extensión agrícola, contribuyendo así a la transformación del sistema de investigación y a la exploración de instrumentos para promover la innovación. Hay 32 fundaciones, una en cada estado de la República, y una coordinadora nacional. Cada fundación es gobernada por productores y administrada por un equipo profesional.

La operación de las FP puede dividirse en dos amplios periodos. En el primero, aproximadamente entre 1996 y 2004, los esfuerzos de las FP estaban dirigidos a la definición de prioridades de investigación y el mejoramiento de la administración del ciclo de los proyectos. Inicialmente carecían de métodos concretos para el establecimiento de prioridades de investigación. Los órganos de gobierno discutían internamente los problemas que identificaban y decidían qué proyectos financiar. Un conjunto de productores comprendió las fallas de este tipo de enfoque y buscó otras alternativas. El primer método formal usado por las FP, desarrollado por el CONACYT, se basaba en el análisis de costo-beneficio. Pronto, las FP se dieron cuenta de que este método no identificaba las verdaderas necesidades de los productores, ya que sólo priorizaba alternativas que ya habían sido identificadas por los evaluadores. El siguiente método fue desarrollado por ellas mismas, con base en principios aprendidos del Service for National Agricultural Research (ISNAR).⁵ El método constaba de dos etapas, la identificación de los productos más importantes, y la priorización de los problemas que los afectaban. La información era recolectada en varios foros y sistematizada por un consultor. Las prioridades identificadas por las FP tenían impacto más allá del sistema de investigación,

5 El ISNAR pertenecía al Consultative Group for International Agricultural Research (CGIAR), un consorcio de aproximadamente cincuenta donadores internacionales (incluyendo al Banco Mundial, gobiernos de países desarrollados y fundaciones privadas). Este organismo proveía de financiamiento a quince centros de investigación. El ISNAR fue cerrado en 2004 y algunas de sus actividades fueron absorbidas por el International Food Policy Research Institute (IFPRI).

especialmente porque abrían canales de comunicación entre investigadores y productores. A través de estos canales, algunos investigadores han cambiado su visión de la ciencia y han empezado a trabajar más cercanamente con los productores. No obstante estos resultados, este proceso no se repitió porque era demasiado costoso.

Los procedimientos para seleccionar proyectos a financiar también pasaron por grandes cambios. Al principio, algunas FP transferían fondos directamente al INIFAP sin ninguna justificación. Algunos líderes de productores que participaban en los órganos de gobierno empezaron a demandar que los investigadores justificaran sus demandas de financiamiento, pero los temas de investigación seguían siendo determinados por los investigadores. En vista de que este método seguía siendo dirigido fundamentalmente por la oferta, las FP empezaron a realizar convocatorias definiendo ellas mismas los temas, de forma amplia. Los investigadores respondieron cambiando el lenguaje de sus propuestas pero manteniendo las mismas líneas de investigación. Este comportamiento reflejaba dos grandes problemas en la dirección del sistema de investigación. Primero, los administradores de las FP no contaban con el respaldo técnico para evaluar el mérito científico de las propuestas, o siquiera si éstas respondían a su convocatoria. Las FP crearon entonces comités técnicos para la evaluación de propuestas, pero su operación no era completamente transparente dado el reducido tamaño de los sistemas de investigación en cada uno de los estados.⁶ Segundo, los investigadores se negaban a cambiar sus líneas de investigación. Con el paso de los años, las FP definieron más específicamente los temas incluidos en las convocatorias, pero el problema persistía. Finalmente, reconocieron que el problema no era causado por el fondo competido, sino por la limitada interacción entre productores e investigadores.

En un principio, la mayoría de las FP no confiaba en que los investigadores fueran a usar los fondos de acuerdo a lo que había sido aprobado. Por esto implementaron un sistema de control bastante detallado. Pero no controlaron la calidad de las investigaciones conducidas o de los reportes finales. Finalmente, comprendieron lo inadecuado de esta práctica e introdujeron nuevos controles centrados en la calidad del producto final.

A pesar de haber gastado una cantidad sustancial de recursos para definir y capacitar a los investigadores en torno a cómo debía ser escrita la propuesta, las FP seguían luchando para obtener buenas propuestas. Este

6 Cuando hay muy pocos investigadores en cada tema particular, un investigador puede reconocer al revisor/evaluador por los comentarios y el estilo de escritura. Por lo tanto, los evaluadores no son muy críticos porque saben que en el futuro podrían ser evaluados por los otros.

problema tenía tres causas. Primero, preparar un buen proyecto depende de la calidad del investigador, y esto no puede ser enseñado en un curso corto. Segundo, las FP han sido presionadas por el gobierno federal para abordar ciertos temas prioritarios, incluso en la ausencia de buenos especialistas en el tema. Finalmente, las FP no han utilizado el análisis del desempeño previo para evaluar a los investigadores. Así, los investigadores no tenían incentivos para entregar a tiempo y con calidad el reporte final.

El segundo periodo empezó a principios del milenio, en un contexto de cierto desencanto por parte de las FP, ya que desde su punto de vista, y a pesar de todos los cambios introducidos en el ciclo del proyecto, los investigadores seguían sin abordar las necesidades de los productores. Las FP cambiaron el financiamiento a proyectos basados en métodos tradicionales de investigación, a favor de proyectos que gradualmente exploraban nuevos instrumentos para adoptar la innovación. Los cambios más importantes fueron:

- Las nuevas convocatorias contienen temas muy específicos (definen casi el título del proyecto). Más que un fondo competitivo tradicional, el proceso se acerca más a la subasta de contratos. El proceso de decisión pasa por dos etapas. En la primera de ellas, las instituciones dispuestas a hacer una oferta deben explicar sus fortalezas en el tema a investigar. Posteriormente, a las instituciones preseleccionadas se les pide preparar una propuesta de investigación. En algunos casos las FP han negociado proyectos de investigación sin el proceso de competencia.
- Algunas empezaron a explorar mecanismos alternativos para fomentar la innovación. Por ejemplo, una fundación ayudó a diferentes agentes a colaborar para abrir un negocio. A los investigadores se les pidió participar como consejeros técnicos y crear soluciones técnicas cuando éstas no se encontraran a la mano. Algunas FP emplearon sus fondos para financiar inversiones de bajo perfil que facilitarían el proceso (por ejemplo, un estudio de mercado o un laboratorio de calidad), mientras los socios comerciales aportaban la mayoría del capital. En otro caso, una fundación utilizó técnicas de análisis de redes sociales para diseñar un programa de extensión.

Es demasiado temprano para evaluar la efectividad de estos cambios. Sin embargo, se debe notar que las FP se movieron de usar un solo mecanismo simple de asignación de recursos a explorar simultáneamente mecanismos

alternativos para fomentar la innovación. Algunos de estos mecanismos están relacionados con el financiamiento de investigación formal, mientras que otros buscan fortalecer la capacidad de absorción individual y colectiva de los agentes en el sistema de innovación en la agricultura. El impacto de las FP es el resultado de la identificación de sus fallas y la búsqueda de soluciones a los mismos, más que de la operación del fondo competido.

6.3 Programa para el desarrollo de la industria del software (PROSOFT)⁷

El Programa Nacional de Software (PROSOFT), de la Secretaría de Economía, es un instrumento que se dirige a resolver la carencia crítica de política industrial en México durante las últimas décadas. Las lecciones más importantes a aprender de este programa se relacionan con:

- Eficiencia en el manejo de las convocatorias para proponer proyectos, y una limitada burocracia.
- Horizontalidad y descentralización como características de la dirección del programa. Los estados juegan un papel clave en la difusión e implementación del mismo.
- El involucramiento de los usuarios mediante fondos concurrentes.
- La importancia del mantenimiento de una fortaleza presupuestaria para el éxito de los instrumentos de apoyo a la CTI.

El mercado para la industria del software en México es pequeño si lo comparamos con los mercados de grandes naciones industrializadas, o aun con Brasil. Sin embargo, el mercado mexicano es el segundo más importante en América Latina. En 2005 el mercado de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en México alcanzó un valor de 8,254 millones de dólares. De ese total, el software empaquetado representó 817 millones de dólares. En contraste, los servicios de software sumaron 2,311 millones de dólares, casi tres veces más que el rubro anterior. Las empresas en México son mucho más pequeñas que el promedio internacional, que es de 250 empleados.

7 Guadarrama (2007).

Para apoyar el desarrollo de la industria del software en México, en 2002 la Secretaría de la Economía diseñó el PROSOFT, con siete estrategias que van desde el diagnóstico hasta el apoyo para el desarrollo de proyectos por parte de las empresas.⁸ PROSOFT les ha permitido llevar a cabo proyectos para remediar deficiencias tecnológicas y logísticas, así como mejorar su proceso productivo. El objetivo del programa es promover el desarrollo de la economía nacional a través de la provisión temporal de apoyo a programas y proyectos que fomenten la creación, desarrollo, consolidación, viabilidad, productividad, competitividad, y sustentabilidad de las empresas en el sector de las tecnologías de la información.

El PROSOFT obtiene fondos de tres fuentes: el gobierno federal, los gobiernos estatales, y las empresas que aplican proyectos al programa. A diferencia de muchos otros instrumentos del CONACYT que apoyan la innovación, el PROSOFT ha gozado de una relativamente importante y sostenida entrada de recursos. En 2004 el presupuesto empleado por el programa sobrepasó los 13 millones de dólares. En 2005 la cantidad distribuida aumentó a más de 18 millones de dólares, y el número de proyectos se incrementó de 18 en 2004 a 181 en 2005. En 2006 la suma destinada al desarrollo de software por el PROSOFT fue de 40 millones de dólares, con aproximadamente 332 proyectos.⁹

La gestión del programa ha sido bastante horizontal y descentralizada. Su aplicación ha requerido pocos trámites, y ha habido pocos controles sobre los gastos en los proyectos. Estas características en la gestión fueron muy bien recibidas por las empresas al reducir sus costos en las transacciones.

Los efectos logrados hasta 2008 son los siguientes:

- Generación de empleos. Más de 17,200 empleos generados y 21,700 empleos mejorados.
- Desarrollo económico regional. El desarrollo del software y otras actividades relacionadas con las tecnologías de la información han

8 Las estrategias son las siguientes: 1) promover exportaciones y atraer inversión; 2) la educación y entrenamiento de personal competente en el desarrollo del software, en cantidad y calidad necesarias; 3) crear un marco regulatorio y promotor de la industria; 4) desarrollar el mercado interno; 5) fortalecer la industria local; 6) lograr niveles internacionales en capacidad de procesos; y 7) promover la construcción de infraestructura física y de telecomunicaciones (*Secretaría de la Economía, 2002*). Esta cantidad de estrategias dificultan la evaluación de prioridades reales, especialmente en lo que se refiere a la dualidad entre mercado interno vs. mercado externo.

9 Para 2009 el programa fue localizado en la Subsecretaría de la PyME, en la Dirección de Desarrollo Empresarial y Oportunidades de Negocio. Le asignaron recursos por 550 millones de pesos (equivalentes a 42 millones de dólares. Hay que notar que en 2008 el presupuesto fue sustancialmente superior, con 650 millones de pesos.

pasado a ocupar un lugar importante en la economía regional de los estados participantes, además del efecto positivo que causa el uso de las tecnologías de la información en diversas actividades.

- Creación y fortalecimiento de empresas de software. El PROSOFT ha apoyado 580 proyectos en tres años y ha dado asistencia a 2,916 empresas, de las cuales 78% son pequeñas y microempresas.
- Integración y asociación entre empresas. En 2008 había 586 empresas asociadas en 21 *clusters* a lo largo del país.¹⁰ Se han creado también 14 empresas integradoras que contribuyen a mejorar la cooperación directiva entre micro, pequeñas, y medianas empresas, facilitar la provisión y acceso a servicios comunes, y generar economías a escala.
- Entrenamiento de recursos humanos en la industria del software.
- Integración y estímulo al desarrollo de cadenas productivas en el sector de las tecnologías de la información.
- Desarrollo de infraestructura física, parques de alta tecnología, y varios centros de desarrollo del software en el sector de las tecnologías de la información.
- Certificaciones de empresas: 14 empresas fueron certificadas en CMM, 29 en CMMI, y 11 en MOPROSOFT (un modelo de certificación de calidad creado por empresas mexicanas).¹¹

El programa fue muy bien aceptado por las empresas, cámaras directivas y gobiernos estatales, lo que condujo a una gran difusión en el país (el programa está representado de manera satisfactoria en 26 estados de México).

Los recursos proporcionados por el PROSOFT han tenido un efecto de apalancamiento de uno a tres en la inversión de la industria de tecnologías de la información en México.

10 En la Sección 8.1.4 se describe el *cluster* de empresas de software de Baja California.

11 CMM es la sigla en inglés de *Capability Maturity Model* (modelo de maduración de capacidad); CMMI es la sigla en inglés de *Capability Maturity Model Integration* (modelo integral de maduración de capacidades); y MOPROSOFT es la sigla de los Modelos de Procesos para la Industria de Software, la norma oficial mexicana a partir de 2005.

6.4 AVANCE (Alto Valor Agregado en Negocios con Conocimiento y Empresarios)

El programa AVANCE es visto como una buena práctica, particularmente por su diseño. Contrariamente a la mayoría de los programas incluidos en la combinación de instrumentos presentada en el PECYT (véase Figura 1 en Sección 4.2), este instrumento fue concebido para abordar de forma holística el problema de convertir resultados de I+D en nuevos negocios exitosos. Los aspectos más importantes que pueden ser aprendidos de este instrumento son los siguientes:

- La aproximación holística al diseño del instrumento. AVANCE es un conjunto articulado de herramientas diseñadas para abordar diferentes dimensiones de la innovación a partir de resultados de I+D.
- La flexibilidad en la gestión del instrumento estimula a una interacción estrecha entre el equipo responsable del mismo y los aplicantes. Asimismo, contribuye al seguimiento permanente de la implementación de los proyectos para evitar desviaciones de los mismos.
- La disposición del equipo responsable para mejorar la operación del instrumento, aprendiendo de su experiencia.

AVANCE es un programa original en la historia de la PCTI a nivel nacional. Supera iniciativas previas, tales como las oficinas de vinculación de las universidades o el programa de riesgo compartido. Sin embargo, su diseño se benefició de experiencias similares (reportadas en la literatura especializada) que han sido adaptadas a las necesidades y circunstancias de México. Una mejora importante en relación con programas previos ha sido la gran flexibilidad mostrada por las personas a cargo de su operación. Con ello, además de facilitar la resolución de problemas, ha permitido incorporar mejoras al programa durante su operación.

El objetivo central de AVANCE es «impulsar la detección y generación de oportunidades de negocios así como la creación de nuevos negocios de alto valor agregado basados en la aplicación del conocimiento científico y/o tecnológico». Se busca así promover la inversión de recursos públicos, en cooperación con empresarios privados, para el desarrollo de nuevas empresas o líneas de negocio ya existentes. Los recursos van dirigidos hacia la producción y lanzamiento al mercado de nuevos productos, o a la explotación de nuevos procesos de producción resultantes de la investi-

gación científica. Se espera que los proyectos permitan generar, mantener y desarrollar diversas ventajas competitivas a largo plazo.

Es un instrumento complejo, que involucra a varios agentes del SNI en la implementación de iniciativas concretas para la creación de negocios sustentables y altamente redituables a partir de resultados de la I+D.

Para el periodo de análisis, como se describe en la Sección 5.1.3, el programa ofrecía tres tipos fundamentales de apoyo:

- Nuevos negocios. Otorga apoyos económicos para lograr que desarrollos científicos y/o tecnológicos probados en etapa precomercial puedan alcanzar la fase de integración del prospecto de negocio e inversión para facilitar la participación futura de inversionistas y fuentes de financiamiento para su explotación comercial, y que dé origen a negocios de alto valor agregado o nuevas líneas de negocio.
- Fondo emprendedores CONACYT-NAFIN. Ofrece aportaciones de capital a empresas que desean consolidar negocios basados en la explotación de descubrimientos científicos y/o desarrollos tecnológicos. Apoyo dirigido a micro y pequeñas empresas que inician su integración al mercado con necesidad de capital para consolidar la etapa comercial del negocio con ventajas competitivas sostenibles. Apoyo complementario y temporal (por hasta 18 meses) de capital de riesgo para el establecimiento del negocio.
- Fondo de garantías. El apoyo es una garantía otorgada a través de un fideicomiso que facilita a empresas que desarrollan nuevos productos o nuevas líneas de negocio y desean invertir en sus capacidades de producción o contar con capital de trabajo, el acceso a líneas de crédito para llevar sus productos, procesos y/o servicios de alto valor agregado y de desarrollo propio a la etapa de expansión comercial.

Adicionalmente, el programa había establecido un fondo colateral para financiar el diseño e implementación de programas de entrenamiento en capacidades emprendedoras (Escuelas de Negocios) en algunas universidades del país, y una modalidad de evaluaciones y asesorías.¹²

12 http://www.conacyt.mx/Avance/Index_Avance.html. Actualmente el programa se ha ampliado a nueve modalidades, las que incluyen también Apoyo a Patentes, Paquetes Tecnológicos, OTT-Oficinas de Transferencia de Tecnología, AERIS-Alianzas Estratégicas y Redes de Innovación para la Competitividad, y Fondo de Capital Semilla. Se eliminó la modalidad de evaluaciones y asesorías.

De acuerdo con las reglas de operación de AVANCE, serán susceptibles de apoyo las propuestas que cumplan con los siguientes requerimientos:

- Referirse a «desarrollos maduros», que puedan traducirse en prospectos de inversión.
- Haber completado las pruebas de la tecnología, a nivel de laboratorio, la cual como consecuencia debe estar lista para ser escalada.
- Demostrar que el desarrollo está terminado y es escalable a nivel comercial e industrial.
- La propiedad industrial debe estar asegurada.
- Verificar que los proyectos representen oportunidades de negocio atractivas, factibles, y redituables.
- Prever que las acciones necesarias para la instrumentación sean factibles de completarse en el tiempo programado y con los recursos disponibles.
- Demostrar que los solicitantes cuentan con capacidades científicas y tecnológicas y de manejo de negocios que permitan el desarrollo exitoso de los proyectos.

El requisito de cumplir simultáneamente con estas condiciones es una novedad en sí misma, ya que los instrumentos previos se centraban más en la calidad y originalidad del conocimiento científico y tecnológico a obtener que en su aplicabilidad.

Las propuestas pueden ser ingresadas por numerosos agentes del SNI: empresas existentes o en proceso de arranque; IES, CPI, grupos de investigación, emprendedores e inversionistas de riesgo.

El procesamiento de las solicitudes tiene dos etapas. Durante la primera se lleva a cabo una valoración preliminar de la robustez de la tecnología y de la idea del negocio. En la segunda fase se evalúa específicamente el plan de trabajo propuesto, y se toman decisiones acerca de la pertinencia y la cantidad del apoyo solicitado para la fase «última milla». En su caso, se evalúa la necesidad de capitalización inicial de la empresa.

El programa ha mostrado eficacia con respecto al objetivo de fomentar iniciativas empresariales intensivas en conocimiento y con alto valor agregado. Asimismo, propicia la construcción de una base nacional de inversión en empresas basadas en tecnología. Adicionalmente ha incentivado la generación de nuevas actitudes entre investigadores y emprendedores, en términos de cooperación entre empresas y la academia (IES o CPI).

Impacto de los programas e instrumentos de la política de CTI

ESTE CAPÍTULO EXPLORA algunos aspectos relacionados con las consecuencias que han tenido los programas e instrumentos de la PCTI. Inicialmente se presenta una valoración general del resultado obtenido de la combinación de instrumentos de política utilizados. Posteriormente se analiza el impacto específico de los principales instrumentos. En este capítulo también se discuten algunos problemas que persisten en el diseño e implementación de la PCTI que limitan su influencia.

7.1 Resultados generales de la combinación de instrumentos de política

El análisis a nivel de la combinación de instrumentos, que se presenta en el Capítulo 4, permitió identificar tres grandes dimensiones relacionadas con los impactos de la PCTI en México: la definición implícita de prioridades entre las actividades de CTI a través del presupuesto asignado y la persistencia de inercias en la dotación de recursos; el apalancamiento del gasto público en CTI; y una aún excesiva concentración regional e institucional de la CTI.

7.1.1 Definición implícita de prioridades entre las actividades de CTI y persistencia de inercias en la dotación de recursos

La estructura del presupuesto del CONACYT muestra que los instrumentos prioritarios en términos de la asignación de recursos continúan siendo aquellos orientados al desarrollo de recursos humanos y al incremento de la productividad en la investigación básica o aplicada a través del SNINV. Les sigue en importancia el Fondo de Ciencia Básica, administrado conjuntamente con la Secretaría de Educación Pública.

La significativa participación de las becas de posgrado y del SNINV en el presupuesto del CONACYT (58.7% en el periodo 2002-2006) sugiere que el sistema se encuentra «cautivo» debido al traslape que se está produciendo, por un lado, entre las políticas de financiamiento y las intervenciones de política dirigidas a los investigadores, y los incentivos pecuniarios en favor de tipos específicos de investigación; y, por otro, la falta de autonomía de la política de financiamiento en relación con las intervenciones de política.

En el contexto de un presupuesto estancado —y de hecho decreciente— para el CONACYT durante el periodo de análisis, el número de beneficiarios del programa de becas y del SNINV (estudiantes e investigadores) ha tendido a crecer rápidamente, dejando muy poco espacio de maniobra para apoyar al resto de los instrumentos, inclusive al fondo SEP-CONACYT de ciencia básica. En la práctica, esto ha significado que la operación de muchos de los instrumentos dependa de los recursos que queden disponibles,¹ llevando a una fuerte competencia por los recursos y a una cobertura limitada de los mismos. Esto ha dificultado la búsqueda estratégica y la explotación de complementariedades positivas entre los instrumentos. Como resultado de esta dinámica, los incentivos económicos dirigidos a modificar el comportamiento de los agentes en relación con las actividades de innovación —vía los recursos destinados a los instrumentos específicos— han resultado escasos.

Más aun, una falla importante en el diseño de la nueva combinación de instrumentos de política es la ausencia de una articulación explícita y de la búsqueda sistemática de complementariedades entre instrumentos, que podría llevar a apoyos acumulables para los proyectos a través de diversos instrumentos del CONACYT. Esto ha limitado, en cierta forma, avanzar en el objetivo de conectar oferta y demanda de conocimiento mediante el esquema de fondos competidos introducido recientemente.

En línea con lo anterior, aun cuando uno de los objetivos principales de la nueva política de CTI era aumentar el apoyo otorgado a la innovación y la competitividad de las empresas, el crecimiento del SNINV y del programa de becas de posgrado, en condiciones de un presupuesto estancado, ha dificultado lograr un balance entre la prioridad otorgada al desarrollo de los recursos humanos y las diversas modalidades de investigación y de innovación. En general, el aumento y diversificación en el

1 La provisión de fondos para la mayoría de los instrumentos orientados a la innovación (por ejemplo AVANCE) estuvo condicionada a la liquidación y liberación de los recursos asignados a los instrumentos de política proveniente de administraciones previas.

número de instrumentos de CTI incluidos en el diseño de política (véase Figura 1 en Sección 4.2) no se han correspondido con la disponibilidad y distribución de recursos.

7.1.2 Apalancamiento del gasto público en CTI

La introducción de los Fondos Sectoriales y Mixtos, en coordinación con otras secretarías y gobiernos estatales y municipales, ha generado una multiplicación de los recursos asignados por el CONACYT. En este sentido, el concepto de apalancamiento se refiere a la capacidad del CONACYT para atraer inversión adicional de otras organizaciones públicas o privadas. Es decir, denota la relación entre la cantidad de recursos que el CONACYT y sus socios asignan conjuntamente, comparado con lo que el CONACYT asignaría de manera aislada.

La asignación de recursos a través de los Fondos Sectoriales y Mixtos ha tenido dos efectos diferentes. Por un lado, los Fondos Sectoriales han propiciado un efecto de apalancamiento entre 1.5 veces en el caso del fondo SEP-CONACYT, y 2.3 veces en el caso del fondo SAGARPA-CONACYT (Cuadro 1). Dado el lento crecimiento observado en el GFCYT, esto sugiere que más que un incremento en el gasto público hacia actividades de CTI, lo que ha habido es un pequeño reajuste en los recursos disponibles para dichas actividades a través de otros organismos de la administración pública federal. En términos simples, se ha logrado una mayor organización y transparencia de la contabilidad del gasto en CTI.

CUADRO 1. Presupuesto total aportado por el CONACYT y sus contrapartes a los fondos CONACYT, 2002-2007¹ (millones de dólares de 2003)

	CONACYT	Contraparte	Total aportado	Apalancamiento
Total F. Sectorial	308.9	230.0	538.8	1.7
SEP- CONACYT	163.1	80.5	243.6	1.5
SEMARNAT	18.7	19.6	38.3	2.1
Economía	40.8	29.3	70.0	1.7
Salud	26.9	32.8	59.7	2.2
SAGARPA	20.0	25.3	45.3	2.3
Otros fondos sectoriales ²	39.4	42.4	81.8	2.1
Total Fondos Mixtos	117.4	84.4	201.8	1.7

1. 2007: Datos acumulados al mes de octubre. 2. Incluye: SEMAR, CFE, CNA, SEBYN, ASA, Conafovi, DF, Inmujeres, SEGOB, SRE, Conafor, Sedesol.

FUENTE: CONACYT.

Por otro lado, el efecto de apalancamiento de 1.7 veces observado en los FOMIX durante el periodo 2002-2007 señala un pequeño incremento de los recursos asignados por las entidades federativas comparado con la relación de 1.5 veces registrada en el periodo 1995-1999 con los Fondos de Investigación Regionales. Aunque los montos son aún reducidos, los recursos disponibles para la CTI a nivel estatal y municipal se han triplicado entre estos dos periodos.

En términos generales, la creación de los FOMIX y de los Fondos Sectoriales ha ayudado al CONACYT a promover una incipiente articulación entre diferentes agentes en los niveles federal-estatal, estatal-IES y CPI, y federal-federal.

7.1.3 Regionalización y concentración institucional de las actividades de CTI

De acuerdo al PECYT, la nueva política de CTI ha buscado el avance de la regionalización y la diversificación institucional de capacidades de CTI en México. No obstante, salvo algunas excepciones, los instrumentos operados por el CONACYT no incorporan explícitamente estas metas.

Con respecto a la regionalización, los FOMIX son los únicos diseñados explícitamente para lograr tal meta. Algunas acciones adicionales, si bien más limitadas y aisladas, pueden identificarse en el SNINV —investigadores que trabajan en una universidad estatal o centro de investigación reciben una compensación marginal adicional— y en el Fondo de Ciencia Básica. En cuanto a este último, los comités de evaluación conceden puntos adicionales a propuestas de proyectos ingresados por investigadores de organizaciones localizadas fuera de la Ciudad de México.

En este contexto, una carencia observada en los FOMIX es su concentración excesiva en los estados donde éstos operan, en detrimento de una visión más amplia a nivel regional. Ello limita los espacios para apoyar proyectos cuyos objetivos demandan el involucramiento de dos o más estados, o para utilizar capacidades desarrolladas en un estado que podrían dirigirse a atender problemas similares en otra entidad federativa.

La discusión previa sugiere que pese a las mejoras observadas en el desarrollo de capacidades de CTI a nivel regional, los recursos permanecen concentrados en la Ciudad de México y en los estados dentro de su área inmediata de influencia.

En relación con la localización institucional, las mayores capacidades se concentran en las instituciones públicas localizadas en la Ciudad de México o en áreas cercanas: UNAM, IPN, UAM, y CINVESTAV.² De hecho, la UNAM permanece como el lugar donde se concentran las principales capacidades de CTI en México. Entre 2004 y 2005 recibió aproximadamente a un cuarto de los beneficiarios del programa de becas, además de emplear al 24.6% del total de miembros del SNINV. Asimismo, recibió el 27% de los recursos del Fondo de Ciencia Básica SEP-CONACYT. Cabe destacar, sin embargo, que la participación de la UNAM dentro de la asignación de recursos mediante cada uno de los instrumentos de apoyo ha variado a través del tiempo. Así, mientras que en el Programa de Becas y el Fondo SEP-CONACYT ha aumentado su participación, ha registrado una reducción en su participación en la membresía dentro del SNINV. Por otra parte, si bien las IES estatales y los CPI han aumentado su presencia en los diversos instrumentos, además de recibir una parte importante de los recursos asignados vía los FOMIX, en general, persiste una alta concentración institucional de los recursos.

7.2 Impactos de los instrumentos principales

En esta sección se destacan los elementos más relevantes del impacto de un conjunto de instrumentos de la PCTI. Un análisis más amplio de esta influencia se puede consultar en FCCT (2006a).

7.2.1 Estímulos fiscales a la I+D

En años recientes se ha venido analizando la efectividad de los instrumentos de política de innovación para apoyar a los programas de I+D. Para esto se han explorado diferentes mecanismos para evaluar el impacto de las políticas que buscan alentar tipos particulares de comportamiento en las empresas. En este contexto se desarrolló el concepto de «adicionali-

2 Aunque la UNAM, IPN y CINVESTAV tienen unidades en varios estados y han desarrollado importantes capacidades en ciertos campos del conocimiento, en términos generales las capacidades más avanzadas de investigación se localizan en la Ciudad de México.

dad» (Larosse, 2004). Existen tres tipos de adicionalidad: de los insumos, de los productos o servicios, y de comportamiento (OCDE, 2006). Sin embargo, en la actualidad el concepto que está siendo más utilizado para la evaluación es la adicionalidad de comportamiento.

Ésta se refiere a la diferencia de comportamiento de las empresas como resultado de la intervención pública (Georghiou, 2004). La premisa es que el comportamiento de las empresas debería estar cambiando en una dirección correcta o deseable a partir de la intervención pública.

Los impactos sobre el comportamiento importan porque son internalizados y reproducidos en las actividades de los agentes. Así, la adicionalidad de comportamiento ayuda a maximizar el impacto de la política de innovación, y permite conocer como ésta contribuye a modificar el comportamiento de las empresas. Asimismo ayuda a entender como trabajan los incentivos a la I+D de las distintas políticas, lo cual significa aprender a mejorarlos. Así, analizar la adicionalidad de comportamiento en relación con los estímulos fiscales resulta interesante, ya que permite identificar qué incrementos de capacidades se obtienen con este instrumento.

En esta sección se presenta evidencia sobre adicionalidad del comportamiento asociada a los estímulos fiscales a la I+D.³ Esta evidencia fue recolectada mediante una encuesta a 31 empresas que recibieron estímulos fiscales desde los primeros años del instrumento. En este sentido, permite apreciar impactos de los estímulos fiscales a la I+D.

De acuerdo a la muestra de empresas analizada, el 52% de los proyectos que han sido beneficiados son de investigación y experimentación (I+E) mientras que el 48% son de desarrollo (D), como se observa en el Cuadro 2. Si bien es positivo que las empresas lleven a cabo tanto actividades de I+E como actividades de D, el alto porcentaje de proyectos de D significa que con ellos no se está generando avance científico y tecnológico. Asimismo, esos proyectos no necesariamente permiten desarrollar una experiencia que lleve a las empresas a generar ventajas competitivas a través del tiempo, de tal forma que puedan introducirse en una trayectoria sostenida de creación de nuevos procesos y productos que respondan a las circunstancias cambiantes del mercado y les permitan tener una mejor posición respecto de su competencia. En otras palabras, no aseguran la generación de capacidades dinámicas.

3 Santos y Dutrénit (2007) y Santos (2006).

CUADRO 2. Naturaleza de los proyectos apoyados por tamaño de empresa (porcentaje)				
Tipo de proyectos	Total	Pequeñas	Medianas	Grandes
Proyectos de I+E	52.1	0.0	44.4	56.3
Proyectos de D	47.9	100.0	55.6	43.8
Total %	100.0	100.0	100.0	100.0
Total # proyectos	215	13	27	144

Al mismo tiempo existen diferencias en el comportamiento de las empresas de acuerdo al tamaño. Las empresas grandes y medianas de la muestra son las que realizan más actividades de I+E. La literatura destaca lo costosas que resultan las actividades de I+E, además de que se realizan en un contexto de alta incertidumbre y lleva tiempo obtener retornos. Estas características son difíciles de soportar por una empresa pequeña, por lo cual era de esperarse el resultado obtenido: que las empresas pequeñas tiendan a realizar más proyectos de D.

Para analizar en qué medida la aplicación de los estímulos fiscales a la I+D en México está generando una conducta de adicionalidad de comportamiento en las empresas se evaluaron varios aspectos del comportamiento de éstas y de los resultados de sus actividades. El Cuadro 3 lista un conjunto de impactos de los proyectos en las capacidades de las empresas.

CUADRO 3. Impacto de los proyectos en las capacidades				
Rubros	No responde	Poca contribución	Importante contribución	Total
Desarrollo de productos	3.2	3.2	93.6	100.0
Desarrollo de mercados	12.9	29.1	58.0	100.0
Procesos de producción y rutinas	6.5	12.9	80.6	100.0
Organización y administración	19.4	38.7	41.9	100.0
Acceso y uso continuo de tecnología avanzada	6.5	9.7	83.8	100.0
Creación de mejores redes nacionales	22.6	41.9	35.5	100.0
Creación de mejores redes internacionales	25.8	35.5	38.7	100.0

La cartera de proyectos beneficiados por los estímulos fiscales ha hecho una contribución importante a la construcción de capacidades de la mayoría de las empresas que contestaron la encuesta, a través del desarrollo de nuevos productos (94%), el acceso y uso de tecnología avanzada (84%) y la mejora de procesos de producción y rutinas (81%). Para la mitad de las empresas también ha contribuido al desarrollo de mercados. Lo anterior sugiere que estos proyectos han permitido que las empresas generen capacidades dinámicas que las ayudan a sostener y mejorar sus ventajas competitivas en el tiempo.

El desarrollo de capacidades debe verse reflejado en mejores ventas y posición competitiva. El Cuadro 4 sugiere que la percepción de las empresas de la muestra acerca del impacto de los proyectos sobre las ventas en el periodo 2001-2005 es positivo.

CUADRO 4. Impacto de los proyectos sobre las ventas, 2001-2005					
Mercado	No responde	Se incrementó	Sin cambios	Decreció	Total
Regional	35.5	51.6	12.9	0	100
Nacional	6.5	80.6	12.9	0	100
Internacional	12.9	64.5	22.6	0	100

El mayor impacto se presenta a nivel nacional, donde 81% de las empresas encuestadas afirmaron que los proyectos impactaron sobre el incremento de sus ventas en el periodo 2001-2005. El efecto sobre el incremento de las ventas en el mercado internacional también resultó significativo. Este resultado es relevante, en la medida en que los incrementos de las ventas conducen a incrementos de los impuestos. Esto sugiere que los estímulos fiscales se pagan solos; se tiende a compensar la reducción de ingresos del sector público por otorgar estímulos fiscales a la I+D a través de incrementos futuros en la recaudación.

La encuesta también exploró algunas características de la conducta innovadora de las empresas, a través de las actividades innovadoras que realizan. Algunos de los principales resultados se presentan en el Cuadro 5.

Los estímulos fiscales han tenido impactos significativos en el desarrollo de nuevos productos, procesos o servicios para nueve de cada diez empresas de la muestra. Han impactado también en la mejora de los ya existentes (81% de los casos) y en el acceso a nuevas tecnologías (71%). En contraste, el programa ha tenido un menor impacto en lo que se refiere al uso de nuevas materias primas.

CUADRO 5. Efecto de los estímulos fiscales en las actividades de innovación

	No responde	Poca contribución	Contribución importante	Total
Cambios en productos, procesos y servicios ya existentes	3.3	16.1	80.6	100.0
Desarrollo de nuevos productos, procesos o servicios	0.0	6.4	93.6	100.0
Acceso a nuevas tecnologías desarrolladas por la empresa	9.7	19.4	70.9	100.0
Uso de nuevas materias primas	16.2	51.6	32.2	100.0

En cuanto a la colaboración con otras empresas y con IES y CPI, la evidencia muestra que el impacto más general es sobre la colaboración con clientes y proveedores, en 77% y 65% de los casos, respectivamente (véase Cuadro 6). Si bien el impacto en la colaboración con otras empresas es inferior, es más importante con empresas fuera de la región, lo cual sugiere que en la región las empresas compiten entre sí más que colaboran.

CUADRO 6. Impacto de la implementación de proyectos para una mejor colaboración con diversos agentes

Agentes	No responde	Poca contribución	Contribución importante	Total
Cliente	6.5	16.1	77.4	100.0
Proveedores	3.2	32.3	64.5	100.0
Otras empresas de la región	19.4	48.4	32.2	100.0
Otras empresas fuera de la región	12.9	35.5	51.6	100.0
IES y CPI de la región	12.9	29.1	58.0	100.0
IES y CPI fuera de la región	12.9	51.6	35.5	100.0
Inversionistas o proveedores financieros	9.7	54.8	35.5	100.0

En estudios realizados por la OCDE sobre este tema se encontró que las intervenciones gubernamentales han provocado una mayor colaboración entre las empresas y las IES y CPI (Polt y Psarra, 2006; Madsen y Brastad, 2006). Los resultados obtenidos en este estudio también muestran que los proyectos tienden a aumentar la colaboración con IES y CPI, pero el impacto es más significativo para las colaboraciones con instituciones de

la región en relación con las de fuera de la región, lo cual destaca la importancia de la cercanía geográfica en las interacciones.

En el caso mexicano también se encontró evidencia importante de adicionalidad de comportamiento a nivel gerencial y de las capacidades organizacionales. En este tema, las empresas registran que los proyectos beneficiados por los estímulos fiscales han contribuido a una mejor organización de los proyectos de I+D, del área de I+D y, finalmente, de la empresa en su totalidad. Uno de los principales resultados en este aspecto es la generación de manuales de gestión que contienen metodologías que facilitan el proceso de aplicación al programa.

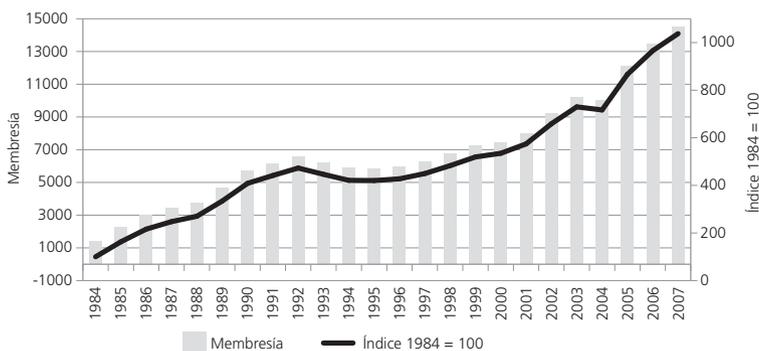
7.2.2 Sistema Nacional de Investigadores

El Sistema Nacional de Investigadores (SNINV) se creó por decreto presidencial el 26 de julio de 1984. En el contexto de una severa crisis económica, los objetivos iniciales incluían la intención de mejorar las condiciones laborales y, de esa manera, retener a la base de investigadores presente en México. Sin embargo, a través del tiempo el SNINV se ha convertido en uno de los instrumentos más importantes para promover las actividades de CTI, como una opción profesional atractiva y redituable en México. El SNINV provee de incentivos pecuniarios ligados a la productividad del investigador, a la vez que se promueve el prestigio social de sus integrantes. Ha registrado una expansión continua desde su creación. Su crecimiento es particularmente notable durante los últimos años (Gráfica 1). Hacia el año 2006 la membresía del sistema se ubicaba en 13,485 investigadores, cifra superior en 11.0% respecto a 2005 (véase también la Sección 6.1).

La membresía del sistema comprende dos categorías básicas: 1) candidatos a investigador nacional, que incluye a aquellos individuos al inicio de su carrera como investigadores; y 2) investigadores nacionales, los ya consolidados, y que se subdivide, de manera creciente de acuerdo a la productividad de los mismos, en los niveles I a III. La distribución de los miembros del SNINV de acuerdo a su nivel en 2006 es como sigue: 2,386 candidatos; 7,567 Nivel I; 2,429 Nivel II; y 1,103 en el Nivel III. La Gráfica 2 presenta la evolución de la composición por niveles desde 1992.

En 2006 el número de solicitudes para ingresar al SNINV fue de 5,858, un 4.0% menos que en 2005 cuando se registraron 6,091 solicitudes. Pese a dicha reducción, la relación entre admisiones y rechazos se ubicó en el 64%, cifra que se compara muy positivamente respecto al 55% registrado

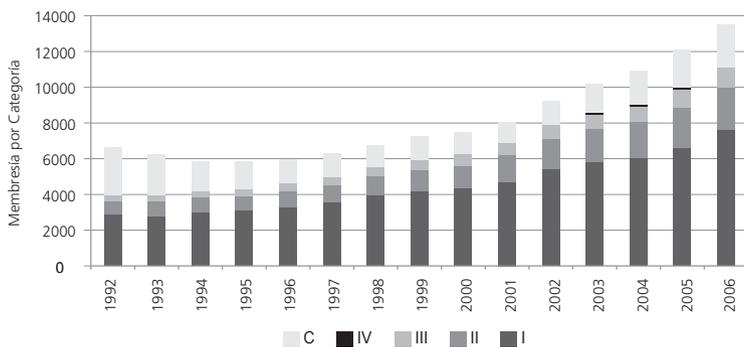
GRÁFICA 1. Membresía en el Sistema Nacional de Investigadores, 1984-2007*



* Cifras preliminares a octubre de 2007.

FUENTE: CONACYT.

GRÁFICA 2. Membresía en el SNINV de acuerdo con la categoría de los investigadores, 1992-2006



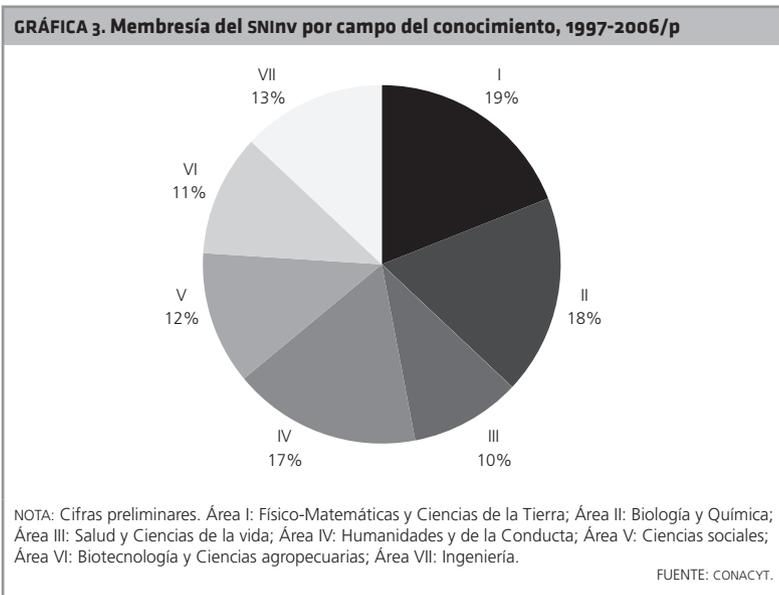
NOTA: La categoría IV se creó con el intento de proporcionar incentivos adicionales a la productividad de los investigadores en la máxima categoría (nivel III). Sin embargo sólo estuvo vigente entre 2003 y 2005.

FUENTE: CONACYT.

en 2005. Dicha relación es sin embargo todavía inferior al promedio del 75% registrado durante el periodo 1996-2004. En 2006, 3,833 nuevos investigadores fueron admitidos al SNINV.

En el año 2006 la membresía del SNINV fue de 13,485 investigadores. De éstos, 48% se ubicaban en el Área I: Físico-Matemáticas y Ciencias de la Tierra; mientras que la II (Biología y Química) y la IV (Humanidades

y de la Conducta) agrupaban cada una 16% de los investigadores. Les seguía muy de cerca, con 15%, el Área VIII: Ingeniería. El resto de los investigadores se distribuía entre las áreas V (Ciencias sociales), VI (Biotecnología y Ciencias agropecuarias) y III (Salud y Ciencias de la vida) (véase Gráfica 3). Si se compara con la distribución observada durante 1997-2005, la estructura del SNINy en 2006 es mucho más balanceada entre campos de conocimiento. Si bien el peso de las áreas I, II y IV ha disminuido de manera consistente durante este periodo, éstas siguen representando aproximadamente 54% de los miembros del sistema. En cuanto a los niveles máximos de estudios de los investigadores, en 2006 cerca de 91% contaba con un doctorado, 6% grado de maestría y un 3% tenía estudios profesionales o inferiores.



Por primera vez en la historia del SNINy, en 2006 la proporción de investigadores adscritos a instituciones públicas de educación ubicadas fuera de la Ciudad de México fue superior a la correspondiente a la UNAM, con 26% y 25% respectivamente. De hecho, la participación de la UNAM ha venido descendiendo de manera sostenida desde un nivel del 30% registrado en 1993. La participación de universidades públicas de las entidades federativas creció en un 11% en relación con 2005; el número de investigadores

pasó de 3,184 en 2005 a 3,539 en 2006. En este mismo sentido, mientras que 44% de los miembros del SNINV trabaja en la Ciudad de México, el 56% lo hace en alguna IES o CPI en los estados. Entre 1993 y el año 2000, la Ciudad de México concentraba a más de la mitad de los investigadores nacionales. En otras palabras, se está observando una mayor regionalización y desconcentración institucional a través de este instrumento.

Con la intención de estandarizar la información generada en materia de CTI, en 2006 el CONACYT adoptó la «Nomenclatura estándar internacional para las diversas ramas y disciplinas en C&T» para clasificar a los integrantes del SNINV por disciplina del conocimiento. De acuerdo con esta metodología, 57% de los investigadores se ubicaban en campos tales como física, ciencias de la vida, agronomía y veterinaria, salud y patología humana, así como ciencias de la tecnología.

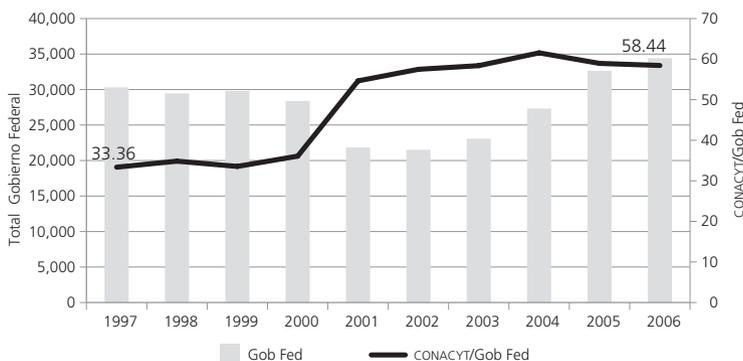
7.2.3 Programa de Becas CONACYT

El Programa de Becas CONACYT comenzó en 1971. Es por tanto el más antiguo operado actualmente por el CONACYT. Se constituye asimismo en el mecanismo público de financiamiento más importante para apoyar el desarrollo de recursos humanos en el nivel de posgrado en México (Gráfica 4). El peso relativo del CONACYT dentro del número total de becas de posgrado otorgadas por el gobierno federal creció de 33.4% en 1997, a cerca de 58.4% en 2006.

Desde su creación, el Programa de Becas ha apoyado a cerca de 147,337 estudiantes de posgrado adscritos a alguna institución de educación superior ya sea en México o en el extranjero. El número de becas por año se ha multiplicado en más de 17 veces (8.5% en promedio por año): desde 580 becas otorgadas en 1971 a más de 10,000 en 2006 (Gráfica 5). El dinamismo del programa durante sus primeros años se explica por el crecimiento de las becas para estudios en el extranjero. Sin embargo, cada vez más la expansión de los apoyos otorgados a través de alguna IES en México ha pasado a liderar el proceso.

En 2006 se encontraban en operación 17,660 becas nacionales y 2,451 para estudios en el extranjero. Ello da un total de 20,111 becas (Gráfica 5). Comparado con 2005, el mayor incremento, 6.4%, se registró en las becas nacionales. Las becas para el extranjero disminuyeron en 7.3%. Del total de beneficiarios en el programa, 12% se encontraban en el extranjero, y el restante 88% en alguna institución en México. La expansión del programa de becas nacionales se explica, en gran parte, por el aumento en el número

GRÁFICA 4. Becas otorgadas por diversas entidades del gobierno federal para apoyar la educación de posgrado, 1997-2006



2006	
Sector	Becas
CONACYT	22,981
CONACYT ¹	20,111
CPI'S ²	2,870
SEP	7,858
Salud	2,713
Otros	864
Total Gob. Federal	34,416

NOTA: La reducción en el número de becas otorgadas por el gobierno federal en 2001 puede explicarse por los cambios en la metodología utilizada por el CONACYT para reportar las becas que otorga. A partir de 2001 las cifras se refieren a las becas cuya operación está en vigor. En el periodo anterior se reportaban las becas administradas pero no necesariamente en operación durante el año de reporte. 1. Se refiere al Programa CONACYT de Becas de Posgrado. 2. Se refiere al sistema de CPI-CONACYT; SEP: Secretaría de Educación Pública; Salud: Secretaría de Salud.

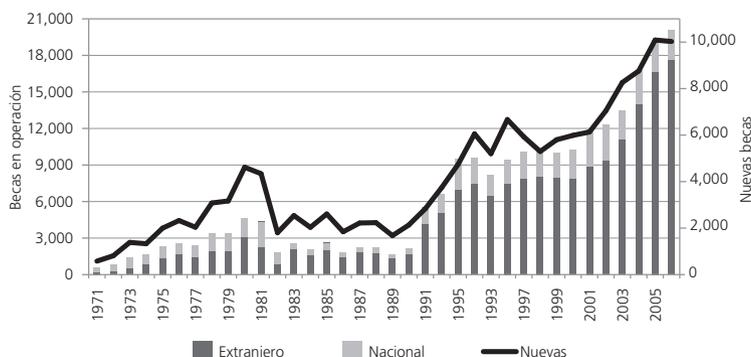
FUENTE: CONACYT (2007b) y FCCT (2006a).

de programas de posgrado nacional que son reconocidos por el Padrón Nacional de Posgrado (PNP) y cuentan con apoyo del CONACYT.

Para el otorgamiento de becas, el CONACYT da prioridad a los estudios de doctorado. Sin embargo, las becas para la realización de estudios de maestría se mantienen como las más importantes en términos absolutos y relativos (Gráfica 5). En 2006 la distribución de becas por grado de estudios fue la siguiente: 44.8% para doctorado, 52.7% para maestría y el resto para especialidades, posdoctorados y estancias sabáticas. Asimismo, la distribución por área de conocimiento muestra un predominio de las ingenierías, con 23%; ciencias sociales, 17%; ciencias exactas y naturales, 14% cada una; y biología con 12%.

En 2006 el CONACYT invirtió un total de 207 millones de dólares en el Programa de Becas de Posgrado. De esta suma, 152 millones se asignaron a becas nacionales. El número de beneficiarios ascendió a 17,660 estudiantes. La distribución de las becas por área de estudio se presenta en la Gráfica 7.

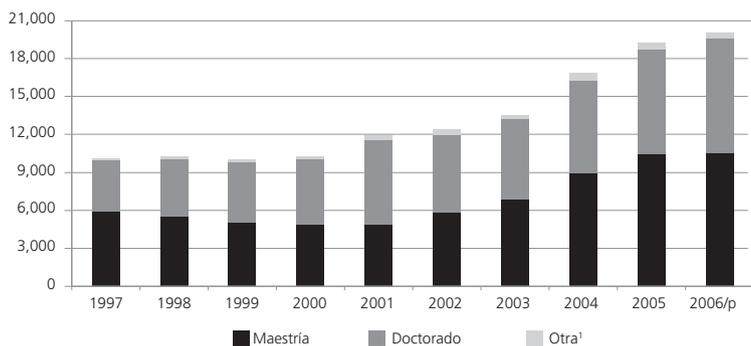
GRÁFICA 5. Programa CONACYT de Becas de Posgrado. Nuevas becas otorgadas por año y total de becas en operación según ubicación de la institución de destino del becario, 1971-2006/p



/p Cifras preliminares

FUENTE: CONACYT (2007b) y FCCT (2006a).

GRÁFICA 6. Programa de becas del CONACYT. Distribución por nivel de estudio

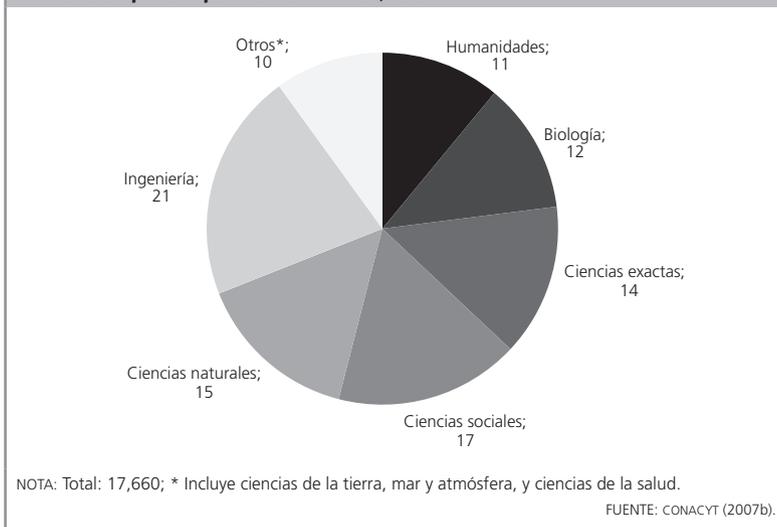


1. Incluye especializaciones, intercambios y estancias sabáticas.

FUENTE: CONACYT (2007b) y FCCT (2006a).

La UNAM, los CPI-CONACYT, la UAM y el IPN concentraron el 52.4% de los apoyos otorgados vía el programa de becas nacionales en 2006. Ello confirma el comportamiento observado cuando menos desde 1997, fecha en que esas instituciones obtuvieron 55.9% de los apoyos. La alta participación de estas instituciones con presencia federal se explica principalmente por el hecho de que en ellas se ubica también el mayor número de

**GRÁFICA 7. Programa de Becas CONACYT-becas nacionales.
Distribución por campo de conocimiento, 2006**



planes de estudio con registro en el Padrón Nacional de Posgrado (PNP) de SEP-CONACYT: 283 y 41.6% del total.

En 2006 el CONACYT financió estudios de posgrado en el extranjero para 2,451 estudiantes mexicanos. La inversión total ascendió a 55 millones de dólares aproximadamente. El Reino Unido y los Estados Unidos se mantienen como los destinos preferidos, con 23.9% y 23.6% de los becarios, respectivamente. España con 19.3%, Francia con 11.8%, Alemania con 7.1% y Canadá con 6.9% concentran también una importante proporción de los becarios mexicanos. Finalmente, y de acuerdo con la prioridad otorgada a los estudios de doctorado, 89.3% de las becas en el extranjero correspondieron a ese tipo de estudios, 8.7% de las becas fueron para programas de maestría y las restantes para estudios de especialización o posdoctorado (véase también la Sección 6.1).

7.2.4 Fondo Sectorial SEP-CONACYT

El Fondo Sectorial para la Educación, también conocido como Fondo de Ciencia Básica o Fondo SEP-CONACYT, fue creado en 2002 como un fideicomiso entre el CONACYT y la Secretaría de Educación Pública (SEP). Si bien el Fondo SEP-CONACYT reemplazó al Programa de Apoyos a la In-

vestigación, vigente desde 1995, su creación da continuidad al apoyo a las actividades científicas. El objetivo principal del fondo es apoyar las actividades de I+D de calidad encaminadas a atender algunos de los problemas más apremiantes que enfrenta México. En la práctica, sin embargo, la mayor parte de los proyectos corresponde a investigación básica sin una aplicación específica, y constituye el instrumento para apoyar a la generación de ciencia básica en México.

En el periodo 2002-2006, los recursos asignados por el CONACYT al Fondo SEP-CONACYT fueron equivalentes al 6.8% de su presupuesto total. Así, en términos presupuestales, dicho fondo se ubica tercero en importancia detrás del SNINV y del Programa de Becas de Posgrado. No obstante lo anterior, la inversión canalizada al Fondo SEP-CONACYT ha disminuido de manera continua desde 2002 (véase Cuadro 3 en sección 4.3). La reducción en los recursos disponibles ha generado continuas quejas por parte de la comunidad de investigadores por el escaso apoyo que el gobierno mexicano otorga a las actividades científicas y tecnológicas.

En relación con el objetivo de promover la regionalización de las actividades de CTI, se puede constatar que en 2006 el 68.6% de los proyectos apoyados correspondieron a instituciones de investigación superior en los estados del país. En contraste, aquellos destinados a instituciones ubicadas en el Distrito Federal sumaron sólo 31.4% (Cuadro 7). Lo anterior resulta positivo si se considera que en promedio, durante el periodo 2003-2005, las instituciones de la capital del país sumaban 41.9% de los proyectos apoyados. Por otra parte, la diversificación en cuanto a instituciones receptoras también ha mejorado. En 2006 la participación de la UNAM en el total de proyectos sujetos de apoyo fue de 19.9%, cifra inferior en 6.6 puntos porcentuales respecto al 26.5% registrado en el lapso 2003-2005.

En la administración 2000-2006, y de acuerdo con el objetivo de incrementar la interactividad dentro del sistema de investigación, el CONACYT introdujo una serie de cambios en las convocatorias para el otorgamiento de los apoyos. Actualmente se da prioridad a proyectos que involucren grupos o redes de investigación. Desafortunadamente los resultados siguen siendo poco alentadores. Si bien el número de proyectos individuales disminuyó en seis puntos porcentuales desde el 78% en 2003-2005 al 72% en 2006, la participación de los grupos y redes de investigación también se redujo. Los proyectos que aumentaron su participación fueron los catalogados como costos de operación que, en esencia, siguen siendo proyectos individuales.

CUADRO 7. Fondo SEP-CONACYT. Principales indicadores, 2003-2006 (porcentaje del total de proyectos)		
	2003-2005	2006
<i>Diversificación institucional</i>		
UNAM	26.5	19.9
Otras	73.5	80.1
<i>Regionalización</i>		
México DF	41.9	31.4
<i>Distribución por tipo de proyecto</i>		
Investigador individual	78.0	72.0
1 grupo	13.8	11.7
2 grupos	3.5	1.6
Redes	2.0	0.7
Subtotal grupos y redes de investigación	19.3	13.9
Proyectos para costos de operación	2.8	14.1
Total de proyectos	1,556	899

FUENTE: CONACYT y FCCT (2006a).

7.2.5 Fondos Mixtos

Los FOMIX son la respuesta a un conjunto de demandas de la comunidad académica de diferentes lugares del país, y emergieron de una negociación entre el CONACYT y los estados. Estos fondos reemplazaron los Fondos de Investigación Regional, en operación durante la administración previa.

El objetivo principal de los FOMIX es crear una política de descentralización que evolucione hacia la construcción de sistemas regionales de innovación. Se usan esquemas de fondos concurrentes entre la federación y los estados. La asociación con gobiernos municipales y estatales busca entrelazar capacidades de CTI y desarrollar proyectos que respondan a demandas locales. De hecho, son los únicos instrumentos con la meta explícita de regionalizar capacidades de CTI.

Son susceptibles de apoyo en los FOMIX las propuestas presentadas por IES, CPI, laboratorios y empresas registradas en el RENIECYT. Los FOMIX operan como fondos competitivos; las propuestas deben atender demandas específicas de las entidades federativas.

A lo largo del periodo 2002-2005 se apoyaron 1,425 proyectos. La mayoría de los beneficiarios fueron IES estatales (38%) y CPI (18%); a tra-

vés de los FOMIX también recibieron apoyo 51 empresas (11%). El Cuadro 8 muestra la distribución de los recursos por tipo de agente.

CUADRO 8. Proyectos asignados por tipo de agente, 2002-2005 (%)

Agentes	Número de proyectos	% respecto al monto total otorgado
IES estatales	700	38
CPI	231	18
Centros de investigación	141	12
Empresas	97	11
IES federales	105	4
IES privadas	25	2
Otros	126	15
Total	1,425	100

FUENTE: FCCT (2006a).

A través de los FOMIX se han apoyado proyectos en las siguientes áreas: sector agrícola y producción de alimentos, salud, desarrollo social y educativo, desarrollo urbano y rural, desarrollo industrial, medio ambiente y recursos naturales.

Este instrumento incide además sobre el diseño y ejecución de la PCTI explícita o implícita de los estados, principalmente al introducir un sesgo en favor de la investigación aplicada. Permiten además dirigir recursos hacia la actividad científica y tecnológica, fortaleciendo actividades de investigación en universidades estatales, y atendiendo a la investigación para el desarrollo social.

A través de este instrumento se mantiene el compromiso de incrementar la inversión pública en CTI destinada a los estados. En la práctica, sin embargo, esto sucede en una proporción menor a la esperada en el PECYT. La tasa de crecimiento promedio del fondo durante el periodo en estudio fue de 20%, dinamismo insuficiente aún para cumplir la meta del PECYT de 5,000 millones de pesos. Dicho objetivo requería una tasa de crecimiento de por lo menos 112% en términos reales.⁴ Los fondos concurrentes de los estados han alcanzado un monto equivalente al 3% del presupuesto del CONACYT, sin embargo, la asignación de cada estado es relativamente pequeña. En el periodo 2002-2006, la fracción del presupuesto del CONACYT asignada a los FOMIX fue de sólo 4.2%.

4 Meta establecida en pesos mexicanos del año 2000.

Entre 2001 y 2005 el instrumento ejerció casi 140 millones de dólares, 59% de los cuales fue aportado por el CONACYT, 40% por gobiernos estatales y 1% por dos administraciones municipales.

Un resultado importante de la operación de los FOMIX es que permitió identificar a varios agentes presentes en los sistemas regionales de innovación, incluyendo empresas, laboratorios, promotores y vínculos, además de los agentes conocidos como IES y CPI estatales.

7.3 Problemas que persisten

El análisis de la combinación de instrumentos de política de CTI sugiere un conjunto de problemas que limitan el cumplimiento de los objetivos del PECYT.

7.3.1 Definición de las demandas y transferencia del conocimiento a los usuarios

Los Fondos Sectoriales y Mixtos carecen de focalización en la definición de sus demandas específicas. En general las convocatorias incluyen un amplio listado de temas sin vinculación clara con respecto a problemáticas específicas. La vaguedad del listado abre espacios para que los investigadores presenten propuestas que en muchos casos son adaptaciones de sus propios proyectos de investigación y que contribuyen poco a los problemas que se busca resolver. La discusión sobre las Fundaciones Produce (Sección 6.2) sugiere, no obstante, que algunos Fondos Sectoriales y Mixtos han avanzado en la definición de mecanismos que permiten una mayor convergencia de los proyectos con los problemas específicos de sectores o entidades federativas.

Asimismo, se observan dificultades para transferir el conocimiento generado en los proyectos al usuario final. Aun en los casos en que se logra una buena orientación de los proyectos a la solución de problemas, generalmente el resultado no está pronto para su aplicación. De hecho, se requeriría un proyecto adicional para la transferencia al usuario final. Si bien ha habido avances en la implementación de mecanismos que aseguren dicha transferencia, se requiere un análisis a nivel más desagregado para identificar las causas de este resultado y los mecanismos más eficientes para asegurar que el conocimiento llegue a los usuarios finales.

Un problema adicional se asocia con la persistente falta de vínculos entre los agentes del SNI. Existen aún pocos proyectos de redes de grupos de investigación en el Fondo de Ciencia Básica, y los recursos asignados a Consorcios son exiguos y con poca demanda, en detrimento de la vinculación academia-industria. Adicionalmente, los proyectos que incluyen vinculación academia-sector productivo en otros instrumentos son limitados. De hecho, únicamente el Fondo de Economía tiene esa orientación, y ha observado un incremento significativo de la presencia de proyectos con un componente de vinculación, aunque los montos y el número de beneficiarios son pequeños.

7.3.2 Asignación de recursos y reproducción de los mismos incentivos

No obstante el gran número de instrumentos y programas operados por el CONACYT durante la presente administración, los cambios en el balance de diferentes incentivos y el impulso real a la evolución de las normas sociales relativas a la CTI han sido limitados. Los agentes, particularmente del sistema público de educación e investigación, enfrentan estímulos contrapuestos (véase Cuadro 9). Por una parte, algunos instrumentos motivan a los investigadores a realizar de manera creciente actividades de innovación —por ejemplo AVANCE, el Fondo con la Secretaría de Economía— y de I+D con una orientación hacia la resolución de problemas nacionales —por ejemplo la mayor parte de los Fondos Sectoriales y Mixtos—. Por otra parte, los mayores incentivos —tanto financieros como en términos de prestigio— privilegian la investigación básica, principalmente a través del SNINV y el Fondo SEP-CONACYT. En este mismo sentido, sólo unos pocos incentivos económicos promueven la vinculación academia-sector productivo en la conducción de actividades de I+D —por ejemplo el Fondo con la Secretaría de Economía, AVANCE y los Consorcios público-privados.

Las señales son contradictorias, lo que trae como consecuencia directa que las actividades de investigación orientada a la solución de problemas nacionales sigan siendo limitadas, y la interactividad en el sistema reducida. Ello se suma a los lentos procesos de regionalización y descentralización institucional de las capacidades de CTI mencionados anteriormente. Más aun, en una situación como ésta, los agentes han tendido a asimilar las nuevas estructuras de incentivos de acuerdo con sus formas

CUADRO 9. Tipo de incentivos promovidos por la combinación de instrumentos						
	Presupuesto del CONACYT 2006 (incluye fondos concurrentes) Millones de pesos MN	Características de la convocatoria		Tipo de actividades que estimula		
		Orientada a problemas	Promueve vinculación academia-sector productivo	CPI	IES	Empresas
Fondo ciencia básica	600	No	No	Investigación básica	Investigación básica	
SNInv	1,364	No	No	Investigación básica y menos aplicada	Investigación básica y menos aplicada	
Fondos Mixtos	479	Sí	No	Investigación aplicada	Investigación aplicada	
Fondos Sectoriales (excluye ciencia básica y economía)	335	Sí	No	Investigación aplicada	Investigación aplicada	
Fondo Economía	170	No	Sí	Investigación aplicada	Investigación aplicada	I+D
AVANCE (todas herramientas)	62	No	Sí	Desarrollo experimental		I+D
Consortios público-privados	11	Sí	Sí	Investigación aplicada	Investigación aplicada	I+D
Estímulos Fiscales	3,000	No	No			I+D

FUENTE: FCCT (2006a), basado en CONACYT.

tradicionales de hacer las cosas. Tal y como señalan Rosellón y De la Torre (2001), la comunidad académica enfrenta el dilema de investigar de acuerdo con la agenda dominante en la comunidad científica a nivel internacional (*mainstream*), o a orientar su trabajo hacia la atención de problemas nacionales. La mayor parte de estos incentivos parece indicar que la dirección correcta a seguir es la *mainstream*. Estos resultados, además de reducir los probables impactos positivos derivados de la nueva PCTI, amenazan de hecho su sustentabilidad en el futuro.

Durante la pasada administración, el papel del CONACYT en la relación con la comunidad de CTI fue problemática. La necesidad de introducir un gran número de nuevos instrumentos en un periodo relativamente corto redujo los espacios para la planeación estratégica y el aprendizaje a partir de la operación; incrementó los costos de operación y limitó la capacidad de conducción de la nueva PCTI.

La colaboración con las contrapartes en los Fondos Sectoriales y Mixtos se complicó además por las restricciones financieras, la baja posición jerárquica del CONACYT dentro de la Administración Pública Federal, en relación con otras secretarías de Estado (véase Sección 3.3); la difusa definición de funciones entre el CONACYT y otros organismos gubernamentales —por ejemplo la SEP—, y la necesidad de desarrollar, de manera prácticamente simultánea, la negociación, diseño, operación, evaluación y mejora de los nuevos instrumentos.

En cuanto a la relación con la comunidad académica, el CONACYT enfrentó problemas bastante complejos a la hora de introducir, promover y consolidar los nuevos instrumentos de PCTI. Esto ocurrió particularmente en el caso de aquellos instrumentos cuya introducción resultó en mayores costos de transacción para los agentes, en la medida en que éstos tuvieron que «aprender» cómo aplicar los mismos. Frecuentes retrasos en la publicación de las convocatorias, en el anuncio de los resultados o en la eventual firma de los convenios para la asignación de recursos, y la consecuente distribución de los mismos, además de la irregularidad del financiamiento para ciertos instrumentos y la incapacidad para resolver problemas específicos para los usuarios mientras los instrumentos se encontraban en una fase de desarrollo, ayudan a explicar algunos de los problemas que confrontó el CONACYT. Una débil estrategia de comunicación hacia la comunidad y las instituciones académicas contribuyó también a dichos resultados.

Complicaciones adicionales surgieron cada vez que los agentes se enfrentaban a intentos del CONACYT por introducir nuevas maneras de de-

finir las agendas de investigación, o cambiar substancialmente la manera en que los agentes están acostumbrados a desempeñarse. En este sentido, la operación de los Fondos Sectoriales y Mixtos, y de manera más específica los procesos para definir sus agendas de investigación, ayudan a ilustrar cómo los agentes tendieron a asimilar el nuevo conjunto de incentivos de acuerdo con sus formas tradicionales de comportamiento.

De acuerdo con el nuevo marco regulatorio, la definición de demandas específicas según las cuales los investigadores pueden someter propuestas de proyectos y eventualmente recibir apoyo financiero por parte de los Fondos Sectoriales o Mixtos, es responsabilidad de los organismos contraparte del CONACYT. Dichos organismos deben incorporar la opinión de la comunidad académica en el proceso. El resultado ha sido que en muchos casos, y contra las metas de elevar la pertinencia de la investigación, las demandas específicas carecen de focalización y se convierten básicamente en amplios listados de temas muy generales. Más aun, tienden a ser adaptaciones de proyectos de investigación que se encuentran en curso o que fácilmente pueden ajustarse a las agendas generales de trabajo de los investigadores en un determinado sector. Nadal (1995) y Rocha y López (2003) reportan prácticas similares y, consecuentemente, resultados similares en la definición de los objetivos de investigación a lo largo de la historia del CONACYT. Vera-Cruz *et al* (2008) y Ekboir *et al* (2009) discuten los mecanismos utilizados por las Fundaciones Produce para asegurar que los proyectos realizados respondan a las demandas planteadas.

Cabe señalar, sin embargo, que las contrapartes del CONACYT muestran diversos grados de madurez. Algunos fondos —tales como Agricultura, Marina y Medio Ambiente— acostumbran introducir mejoras de manera continua que les permitan superar algunas de las limitaciones en los instrumentos y modificar algunas rutinas. Pero la socialización de las mejores prácticas entre los diferentes fondos ha sido lenta, así como otras dimensiones del aprendizaje organizacional.

Persisten problemas adicionales en lo relativo a la transferencia de conocimiento generado en los proyectos de investigación hacia los usuarios finales. Aun cuando se han tomado algunas acciones correctivas, principalmente mediante la identificación de demandas concretas en el caso de los proyectos de innovación, se requiere de esfuerzos de investigación específicos para entender los factores que impiden una transferencia más expedita de la tecnología y del conocimiento generados. Asimismo, algunos obstáculos para aumentar la interactividad resultan de los escasos recursos asignados a apoyar proyectos en colaboración o en redes, o para consorcios

constituidos entre empresas e IES. En el primer caso, la señal de que los proyectos conjuntos o en redes tienen cierta preferencia entre los comités de evaluación contribuye a explicar la tendencia al crecimiento en este tipo de solicitudes de apoyo. En el caso de los consorcios, éste es aún un programa experimental con muy escasa difusión entre los agentes del SNI.

En cuanto a la promoción de las actividades de CTI entre el sector privado, algunos de los problemas incluyen: 1) la limitada cobertura de los instrumentos de apoyo, toda vez que éstos se centran en los estadios avanzados del ciclo de innovación (la fase final de las actividades de I+D —la última milla— o algunas no relacionadas con la I+D —marketing—); 2) los apoyos se restringen principalmente a aquellas empresas que cuentan con la capacidad para realizar actividades de I+D e innovación, dejando de lado acciones que permitan ampliar la base de empresas con capacidad y disposición para llevar a cabo dichas actividades; 3) ausencia de instrumentos que promuevan la demanda local por productos innovativos; 4) abandono de los instrumentos cuyo objetivo es favorecer la asimilación, transferencia, aprendizaje y mejora de tecnologías existentes en el mercado; y 5) el rezago en la introducción de instrumentos específicos para promover la innovación.

En resumen, la puesta en marcha del programa de CTI en su conjunto fue posible sólo hacia el final de la pasada administración. No se pudieron superar las diferencias en la percepción de los agentes acerca del papel de la CTI y de la mejor combinación de instrumentos. En contraste, han emergido elementos de consenso en torno a algunos temas, en particular la necesidad de la pertinencia de la investigación es hoy un punto álgido en los debates entre la comunidad científica.

7.3.3 Resultados de evaluaciones recientes de la política de CTI

Esta sección presenta la síntesis de dos recientes evaluaciones realizadas al programa de PCTI vigente durante la administración 2000-2006. El tratamiento no pretende ser exhaustivo, dado que a lo largo de este documento se retoman ya algunos de los resultados más relevantes obtenidos por dichas evaluaciones. Entre ellos se incluye la caracterización del SNI, así como algunos de los principales logros y retos asociados a las intervenciones de política. Destaca particularmente la referencia a algunas recomendaciones en cuanto al diseño e intervención de la política, además de una serie de elementos dignos de considerarse en la futura agenda de

discusión en torno a la misma. En síntesis, la intención es simplemente destacar algunas de las características, espíritu y conclusiones generales contenidas en dichas evaluaciones. En el Anexo 2 se presenta un resumen de un conjunto de evaluaciones de instituciones mexicanas.

7.3.3.1 Diagnóstico de la política de CTI en México, 2000-2006 («Libro verde»)

En 2005 el FCCT convocó a un Seminario para la Discusión sobre la PCTI en México. Derivada de este ejercicio, una de las recomendaciones fue la de realizar un estudio *ad hoc* en el que se analizaran para el caso mexicano: 1) las condiciones generales del ambiente socioeconómico y tecnológico; 2) las características del SNI, incluyendo sus posibles especializaciones regionales; y 3) la valuación de la PCTI instrumentada por el gobierno mexicano durante el periodo 2000-2006. El estudio incluyó además el análisis de la presencia e impacto de la ciencia mexicana dentro de la producción científica mundial, además de una revisión de modelos alternativos de PCTI en un número representativo de países desarrollados y en desarrollo. El estudio se realizó entre diciembre de 2005 y mayo de 2006. Los principales resultados se encuentran disponibles en el documento: «Diagnóstico de la Política Científica, Tecnológica y de Fomento a la Innovación en México (2000-2006)» publicado por el FCCT (2006a). Adicionalmente, el grupo de investigadores participantes en el proyecto propuso una estrategia tendiente a fortalecer el SNI en México, además de sentar las bases para una política de Estado en materia de CTI. Algunas de las conclusiones generales contenidas en el estudio son las siguientes:

Características generales del ambiente socioeconómico y tecnológico:

- Comparado con países desarrollados y algunas de las economías emergentes con similar nivel de desarrollo pero con mayor dinamismo económico, México presenta un rezago notable en términos de crecimiento y desempeño en CTI.
- La disparidad en cuanto a la distribución del ingreso y los niveles de bienestar general de la población siguen siendo preocupantes.
- El estancamiento en la productividad total de los factores viene acompañado de estrategias de sustento a la competitividad con base en salarios bajos, disponibilidad de recursos naturales y fluctuaciones en el tipo de cambio.

- La especialización de la planta productiva no favorece la absorción de personal con mayores niveles de calificación. Con ello se compromete, por ejemplo, el éxito de estrategias destinadas a la formación de recursos humanos a nivel de posgrado. Dicha especialización se traduce además en bajos niveles de demanda por productos con mayor contenido tecnológico, y por tanto actúa en contra de los esfuerzos domésticos de CTI.
- Los esfuerzos en el área de CTI son incipientes comparados con estándares internacionales, se concentran en el sector público, carecen de focalización en relación con problemas y aplicaciones concretos, además de que están poco articulados con el sector privado. La interactividad dentro del sistema es realmente muy pobre.

Política de CTI

- En 2001 el gobierno en turno adoptó un programa de PCTI cuya intención era orientar la actividad científica hacia la resolución de problemas socioeconómicos de México. Adicionalmente se promovió una serie de reformas al marco regulatorio en materia de CTI a partir de 2002. Así, además de otorgar una alta prioridad política y social a las actividades de CTI, se esperaba que el SNI se transformara de manera significativa.
- Algunos de los principios rectores del nuevo programa incluyen: 1) la adopción de criterios más estrictos para evaluar la calidad de los proyectos de I+D, así como de su pertinencia a la luz de problemas nacionales concretos; 2) la intención explícita de promover la interactividad y coordinación dentro del SNI; 3) un compromiso abierto en favor de la regionalización de las capacidades de CTI a lo largo del país; 4) la promoción de las actividades de innovación, particularmente entre el sector privado; y 5) la apertura de espacios para la participación de amplios grupos de la sociedad mexicana en la discusión y toma de decisiones en materia de CTI. Estos objetivos se tradujeron en cerca de 60 fondos y programas de apoyo operados de manera independiente por el CONACYT o en coordinación con otras organizaciones y agentes dentro del SNI.
- Pese a las mejoras observadas en su diseño, la política de CTI sigue enfrentando retos importantes, a saber: 1) una gran lentitud en la

reforma institucional en torno al sistema público de investigación; 2) una muy limitada inversión pública en actividades de CTI; 3) insuficiente empoderamiento del CONACYT como agente responsable de la gobernanza del SNI; 4) inercias asociadas a la operación de instrumentos de política provenientes de anteriores administraciones, que mantienen una alta participación en el presupuesto público para CTI, y dado que dicho presupuesto se mantiene prácticamente estancado desde hace varios años, va en detrimento de los apoyos canalizados hacia la innovación; y 5) el aún lento proceso de aprendizaje dentro del CONACYT.

Como se mencionó anteriormente, el grupo encargado de la elaboración del «Libro verde» (integrado por varios de los autores de este libro) presentó también una propuesta de estrategia para el desarrollo futuro del sistema de CTI. Algunas de las principales características de la estrategia son las siguientes:

- Identificación de algunos sesgos y rezagos en el desarrollo del SNI mexicano.
- Análisis de algunos aspectos del marco regulatorio que necesitan mejorarse con la intención de fortalecer el diseño e instrumentación de la PCTI. Lo anterior a la luz de objetivos tales como aumentar la pertinencia de la investigación, y la regionalización y descentralización de capacidades de CTI, entre otros. En particular, requiere un compromiso financiero más explícito y decidido por parte del sector público en apoyo a las actividades de CTI.
- Es pertinente reconceptualizar la PCTI con base en la mejora del papel que juegan las autoridades de CTI en la gobernanza del SNI, el aprendizaje de experiencias previas, la mejora continua de los instrumentos de política, la coevolución de las diversas estrategias de apoyo a la CTI instrumentadas a nivel nacional, regional, sectorial, etc.
- La estrategia sugerida incluye cinco objetivos estratégicos, 19 acciones correspondientes y una propuesta de combinación de instrumentos de política. Esta última da continuidad a algunos instrumentos introducidos durante 2000-2006, además de proponer algunas novedades que permitan enfrentar algunas deficiencias (fallas) en la operación del SNI.

- Por último, pero no menos importante, la estrategia hace un esfuerzo por establecer periodos concretos para diversas etapas de *despegue, consolidación y expansión dinámica* esperadas para el SNI mexicano. Estas etapas coinciden con los 18 años correspondientes a los tres periodos sexenales de gobierno que siguen a 2006.

El Capítulo 10 elabora sobre la base de esa propuesta y la inserta en un marco analítico de procesos coevolutivos de la C&T con la innovación.

7.3.3.2 Evaluación de la política de CTI en México, 2001-2006, por un panel independiente internacional

A fines de 2006 un panel internacional realizó una nueva evaluación del programa de PCTI en México durante el periodo 2001-2006. Este nuevo proyecto fue promovido y apoyado por la Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico (ADIAT). El objetivo principal era aportar algunas recomendaciones que contribuyeran a mejorar el diseño general e instrumentación del programa de PCTI. Cabe destacar que la evaluación tuvo lugar en un contexto en el que se encontraban también en discusión los elementos a incluir en el PECITI (nuevo PECYT) para el periodo 2007-2010. El panel centró sus recomendaciones en los problemas que, desde su punto de vista, son los más apremiantes para el sistema de CTI⁵ en México. Algunas de las principales conclusiones del estudio son las siguientes:

- El sistema mexicano de CTI presenta un importante rezago en relación con el resto de los países miembros de la OCDE, así como de algunas de las más importantes economías emergentes. La brecha puede explicarse principalmente por tres factores: 1) una muy limitada capacidad interna para generar conocimiento y tecnología; 2) la ausencia de demanda de conocimiento y tecnología por parte de agentes domésticos; de hecho, la falta de demanda por parte del sector empresarial constituye la mayor debilidad del sistema; y 3) la desconexión entre la oferta (pública) y la demanda por conocimiento y tecnología. Estas características resultan en una disociación entre las actividades de CTI y la búsqueda de soluciones a algunas de las necesidades más apremiantes de la sociedad mexicana.

5 En esta sección usamos el concepto de sistema de CTI para ser fieles al documento del panel.

Más aun, el sistema de CTI en México se encuentra desarticulado y carece de interactividad.

- Acciones más decisivas por parte del gobierno mexicano contribuirían a romper el círculo vicioso en el que se encuentra atrapado el sistema de CTI. Sin embargo, la acción pública debe contar con un compromiso financiero suficiente. Asimismo, más que desplazar al sector privado, la inversión pública debe apalancar la consolidación de una dinámica positiva de inversión y esfuerzos en relación con la CTI.
- La orientación y objetivos del PECYT, 2001-2006, y de manera especial su intención de promover una mayor participación del sector privado en actividades de CTI, eran congruentes con la dinámica actual y los retos que enfrenta la sociedad mexicana. No obstante, ciertamente ello implicó un cambio notable en la acostumbrada operación del CONACYT. Más aun, y de manera por demás desafortunada, los ambiciosos objetivos establecidos para el programa de política de CTI jamás se correspondieron con los pobres esfuerzos instrumentados por el gobierno mexicano.
- Con la intención de romper el círculo vicioso e inducir una dinámica más promisorio, el PECYT 2007-2012 podría beneficiarse ampliamente de una definición mucho más fina de sus objetivos estratégicos. Es fundamental priorizar el alcance de la intervención pública, a la vez que se la dota de instrumentos suficientes y adecuados para la consecución de sus objetivos. La clave está en la racionalización y en la mejora de la operación, en la escala y alcance de los instrumentos de política disponibles.
- Algunas de las recomendaciones más sustanciales ofrecidas por el panel incluyen: 1) apalancar la inversión privada en actividades de CTI; 2) reducir la fragmentación observada en el sistema público de investigación; 3) promover la colaboración y transferencia de recursos humanos altamente calificados desde el sistema público de investigación hacia el sector privado; 4) fomentar el establecimiento de alianzas público-privadas en sectores estratégicos con una perspectiva de mediano a largo plazo; 5) establecer y apoyar la creación de nuevos centros de negocios y de investigación y desarrollo, tanto localmente como en el extranjero; de preferencia, dichos centros deberán vincularse con el sistema público de inves-

tigación; y 6) utilizar de manera más activa las compras del gobierno como mecanismo para dinamizar la demanda por desarrollos locales a partir del uso de la CTI.

- El éxito de la estrategia propuesta en materia de CTI está condicionado por la capacidad para dotar al PECYT 2007-2012 con recursos financieros crecientes y significativos, la creación de una arquitectura institucional más adecuada y la mejora en la gobernanza del sistema. Importantes complementos son el fortalecimiento de la capacidad del CONACYT para coordinar y gobernar el funcionamiento del sistema, mayores descentralización y desarrollo de capacidades regionales de CTI, además de mejorar la coordinación y cooperación entre los diversos niveles de gobierno involucrados en la operación del sistema de CTI.

Avances en la construcción de capacidades de innovación en el sector privado

LA CAPACIDAD DE INNOVACIÓN en el sector privado es vista como la habilidad para introducir nuevas ideas y para conceptualizar, diseñar, producir y vender bienes, servicios y procesos novedosos. Su fin último es generar beneficios, particularmente en el largo plazo. Hay otros conceptos asociados, que se refieren a diferentes dimensiones de la capacidad de innovación o capacidad innovadora. Las capacidades tecnológicas significan la habilidad de hacer uso efectivo del conocimiento tecnológico para asimilar, usar, adaptar o cambiar las tecnologías existentes, crear tecnologías nuevas y desarrollar nuevos productos y procesos en respuesta a un ambiente económico cambiante (Kim, 1997), incluyen diferentes funciones técnicas, tales como la función de vinculación con el entorno.¹ La capacidad de absorción es la habilidad de una empresa para reconocer el valor de información nueva y externa, asimilarla y aplicarla con fines comerciales, lo cual es crítico para sus capacidades innovadoras (Cohen y Levinthal, 1990). En este sentido, el concepto de capacidades tecnológicas es más amplio, ya que incorpora la noción de capacidad de absorción. Estos conceptos se utilizan a diferentes niveles de análisis: empresas, *clusters*, regiones y países. En todos los niveles de análisis, el aprendizaje tecnológico juega un papel central.

A nivel de empresas y *clusters* de empresas, el aprendizaje se define como un proceso que envuelve repetición y experimentación, lo cual hace posible realizar las tareas mejor y más rápidamente, e identificar nuevas oportunidades de producción. Es el proceso a través del cual las empresas crean conocimiento y adquieren capacidades innovadoras, tecnológicas y de absorción. Los procesos de aprendizaje tienen un carácter gradual, acumulativo, sistémico e idiosincrásico (Teece *et al.*, 1994). Los procesos de aprendizaje y la creación de capacidades innovadoras, tecnológicas y

1 Dutrénit, Vera-Cruz y Arias (2003) discuten la literatura sobre capacidades tecnológicas y analizan tres casos de empresas mexicanas.

de absorción en las empresas son influenciados por las características del SNI y la naturaleza de las vinculaciones entre empresas, universidades, centros de investigación, instituciones puente y organismos de gobierno.

La innovación no es un fin último, es un medio para incrementar la competitividad de las empresas. La competitividad se asocia con una inserción exitosa en el mercado global. La innovación contribuye a la competitividad, y ésta a la riqueza de las naciones y así al bienestar social. En este sentido, se ha desarrollado un creciente consenso de que hay una relación cercana entre ciencia, tecnología, innovación (CTI) y crecimiento, donde la creación y difusión de conocimiento son determinantes importantes de la innovación, el desarrollo económico sustentable y el bienestar de las naciones. Esta idea fue también planteada por Solow (1956), quien sugirió que la ciencia básica era una de las determinantes del progreso económico.

Las empresas son los agentes clave de un SNI, en la medida en que son las que desarrollan los procesos de innovación. Los otros agentes del SNI pueden contribuir significativamente a la generación de capacidades de innovación a través de proveer el capital humano y conocimiento útil, pero el proceso de innovación se lleva a cabo principalmente dentro de las empresas. A lo largo de las últimas décadas, las capacidades de innovación de las empresas mexicanas han sido un eslabón débil del SNI, pero como se analizó en los capítulos anteriores, se observan avances importantes en su desempeño.

Este capítulo se centra en el análisis de las capacidades innovadoras del sector privado. A partir de evidencia empírica recopilada de varias investigaciones realizadas por diferentes autores, se ilustran avances en la construcción de capacidades innovadoras (tecnológicas o de absorción en algunos casos) de empresas y de *clusters* de empresas. Se identifica un conjunto de factores que limitan el desarrollo de las capacidades, así como otros factores que explican el éxito observado en los casos analizados. También discute evidencia sobre los avances en las prácticas de vinculación academia-empresa en México, así como sobre el papel de las empresas multinacionales en la generación de conocimiento.

8.1 Capacidades de innovación en el sector privado

Si bien es común referirse a las capacidades innovadoras de las empresas mexicanas, es importante reconocer que existen diferencias importantes en cuanto a los sectores a los cuales pertenecen las empresas, las tecnologías usadas, los productos producidos, las localidades donde se insertan, etc. Tomando en cuenta las diferencias, en esta sección se propone una taxonomía del desarrollo productivo mexicano, diferenciando seis sectores. Se analizan los niveles de capacidad de absorción generales del sector productivo a partir de la Encuesta Nacional de Innovación, y posteriormente se presentan casos exitosos de empresas y *clusters*. En la parte final se lista un conjunto de factores que limitan el desarrollo de las capacidades y otros que explican los casos exitosos de empresas y *clusters* presentados.

8.1.1 Taxonomía del desarrollo productivo

Las empresas desarrollan diversos tipos de actividades científico-tecnológicas y encaran diferentes problemas dependiendo del tipo de mercado en que participan, título de propiedad, tamaño, área de su actividad empresarial y localización geográfica. A partir de la organización industrial y de varios estudios de caso —algunos de los cuales se presentan en la Sección 8.1.3—, en México es posible identificar al menos seis tipos de perfil productivo en el que operan diferentes tipos de empresas:

1. Sectores asociados con cadenas globales.
2. Sectores industriales de ventajas reveladas.
3. Sectores de ventajas reveladas basadas en agricultura, ganadería, silvicultura y pesca.
4. Sectores basados en recursos naturales no renovables.
5. Sectores industriales orientados hacia el mercado doméstico.
6. Sector de servicios.

El Cuadro 1 delinea las principales características de los seis sectores. El Cuadro 2 enlista los principales indicadores sobre innovación a partir de información contenida en la Encuesta Nacional de Innovación de 2006

CUADRO 1. Características de diferentes perfiles productivos					
Perfil productivo	Principales actividades	Tipo de empresas	Principales estados	% PIB nacional	% Exportaciones de manufactura
1. Sectores asociados con cadenas globales	Automotriz, electrónica, equipo de oficinas, vestimenta	Subsidiarias, grandes empresas nacionales y algunos proveedores pymes	Chihuahua, Baja California, Jalisco, Edo. de México, Puebla, Aguascalientes, Guanajuato, Coahuila y Querétaro	4.9	12.6
2. Sectores industriales de ventajas reveladas	Hierro y acero, vidrio, químicos	Grandes empresas nacionales, algunas subsidiarias y proveedores pymes	Nuevo León, Querétaro, DF	3.6	8.0
3. Sectores de ventajas reveladas basadas en agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	Tequila, café, vegetales, camarones	Grandes empresas nacionales, productores comerciales de distintos tamaños, asociaciones y cooperativas de productores	Jalisco, Sinaloa, Sonora, Guanajuato, Querétaro, Chiapas, Veracruz	3.8	ND
4. Sectores basados en recursos naturales no renovables	Derivados del petróleo, petroquímica, minería	Grandes empresas privadas nacionales y empresas estatales	Tabasco, Veracruz, Tamaulipas	2.3	4.9
5. Sectores industriales orientados hacia el mercado doméstico	Cemento, farmacéutica, comida, calzado, software	Grandes empresas domésticas, subsidiarias, y pymes tradicionales y de alta tecnología	DF, Jalisco, Edo. de México, Guanajuato	6.1	7.8
6. Sectores de servicios	Turismo, banca	Grandes empresas nacionales, subsidiarias, pymes, y asociaciones	Baja California Sur, Guerrero, Yucatán, Quintana Roo, Jalisco, Oaxaca, Nuevo León, DF	17.4	ND
NOTA: ND: no disponible					
FUENTE: Elaboración propia. Datos obtenidos del Tomo 1 del Sistema de Cuentas Nacionales de México y Bancomex para exportaciones de valor agregado.					

para los perfiles productivos (información detallada para los subsectores se presenta en el Anexo 3). El Cuadro 2 sugiere lo siguiente:

- El sector 5 tiene el porcentaje más alto de las empresas innovadoras (46.5%) y de intensidad tecnológica (58.6%), lo cual sugiere que sus innovaciones son en gran parte basadas en actividades de I+D.
 - Farmacéutica (56.4%) es el subsector con la mayor parte de las empresas innovadoras; en contraste, equipo electrónico (11.8%) y minería (15.6%) tienen los porcentajes más bajos.
- Los sectores 1 y 6 tienen el mayor volumen de ventas basadas en productos nuevos y/o mejorados (67.1% y 75.7% del total respectivamente). Si únicamente tomamos en cuenta productos nuevos, el sector 1 tiene el porcentaje más alto (39.1%).
 - Vestimenta, equipo electrónico y automotriz tienen el porcentaje más alto de contribución de los nuevos productos en las ventas. En contraste, en productos químicos, productos no metálicos y minería las ventas son mayormente de productos sin cambios.
- En general, en todos los sectores, las empresas llevan a cabo actividades de desarrollo sin colaboración (alrededor del 80% de las empresas tanto en productos como procesos). La colaboración con IES y CPI es relativamente más importante para productos que para procesos. Los sectores 1 y 2 reportan 11.4% y 13.3% en innovación de producto y 1.4% y 9.5% en procesos, respectivamente; en contraste, los sectores 4 y 5 colaboran más para las innovaciones de procesos, y reportan 10.3% y 10.7%, mientras para productos las proporciones son 7.4% y 6.8%, respectivamente.
 - Productos no metálicos y equipo electrónico reportan el porcentaje más alto de colaboración para el desarrollo de productos (22.7% y 31.3%, respectivamente). Con respecto al desarrollo de procesos, la colaboración es más importante en productos químicos, y en hierro y acero (29.0% y 25%, respectivamente).
- Las innovaciones más importantes están asociadas con el uso de nuevos materiales en la mayoría de los sectores. El sector 6, que es de servicios, señala el software profesional nuevo y a los nuevos métodos para generar servicios como las innovaciones más importantes.

CUADRO 2. Características de las actividades de innovación por sector

Perfil productivo	% de innovadores	% productos nuevos y mejorados en las ventas	Intensidad tecnológica (I+D como % de gastos en innovación)	Innovaciones de productos desarrolladas por la empresa (%)
1. Sectores asociados con cadenas globales	22.1	67.1	34.0	85.3
2. Sectores industriales de ventajas reveladas	38.9	51.2	39.3	81.9
4. Sectores basados en recursos naturales no renovables	38.1	51.2	45.7	80.4
5. Sectores industriales orientados hacia el mercado doméstico	46.5	56.0	58.6	81.9
6. Sectores de servicios	4.13	75.7	9.9	78.6
Promedio de la Manufactura	34.3	65.4	45.2	81.8
Promedio de las empresas de los 6 sectores	29.8	68.2	42.6	83.7

NOTA: Se excluyó el perfil productivo 3 porque hay sólo 7 empresas en la Encuesta de Innovación, por lo cual los datos no son representativos de todo el perfil.

Innovaciones de procesos desarrollados por la empresa (%)	Colaboración con IES y CPI en la innovación de productos (%)	Colaboración con IES y CPI en la innovación de procesos (%)	Innovaciones más importantes	Novedad de las innovaciones de producto (%)
90.7	11.4	1.4	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de nuevos materiales 	Mundo: 15.6 País: 60.2
78.2	13.3	9.5	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de nuevos materiales • Nuevas técnicas de producción 	Mundo: 27.4 País: 56.0
80.8	7.4	10.3	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de nuevos materiales 	Mundo: 39.9 País: 59.2
81.2	6.8	10.7	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de nuevos materiales • Nuevas técnicas de producción 	Mundo: 6.7 País: 78.3
66.1	3.6	5.7	<ul style="list-style-type: none"> • Software profesional nuevo • Nuevos métodos para generar servicios 	Mundo: 2.0 País: 86.3
83.7	14.4	5.3	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de nuevos materiales 	Mundo: 24.6 País: 58.9
83.1	6.7	5.3	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de nuevos materiales 	Mundo: 26.0 País: 58.2

FUENTE: Anexo 3, basado en CONACYT, Encuesta Nacional de Innovación incluida en ESIDET (2006).

- Hay diferencias en relación con el grado de novedad de la innovación de productos entre sectores. En relación con la introducción de innovaciones a nivel del mundo, los sectores 4 y 2 presentan los porcentajes más altos; el 39.9% y 27.4%, respectivamente, de sus innovaciones tienen alcance mundial. La mayoría de las innovaciones del sector 5, donde se encuentran varios de los grandes grupos industriales, tienen un alcance sólo a nivel nacional. También, en el caso del sector 1, asociados con cadenas globales, un elevado porcentaje de las innovaciones es a nivel de país.
 - En relación con el grado de novedad, los sectores más importantes que reportan innovaciones con alcance a nivel del mundo son: equipo electrónico (88.1%), automotor (40.1%), productos no metálicos (38.5%), y productos de goma y plástico (39.5%).

Debido a las características de cada sector, el enfoque principal de la PCTI en cada uno de ellos incluye elementos distintivos. El Cuadro 3 resume el enfoque.

CUADRO 3. Enfoque principal de la PCTI para diferentes perfiles productivos	
Sector	Enfoque principal de la PCTI
1. Sectores asociados con cadenas globales	Promoción de <i>clusters</i> de pymes proveedoras, actividades de I+D de grandes empresas y atracción de centros técnicos de las empresas multinacionales (EMN)
2. Sectores industriales de ventajas reveladas	Promoción de <i>clusters</i> de pymes proveedoras y actividades de I+D de grandes empresas
3. Sectores de ventajas reveladas basadas en agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	Promoción de redes de productores
4. Sectores basados en recursos naturales no renovables	Promoción de <i>clusters</i> de pymes proveedoras
5. Sectores industriales orientados hacia el mercado doméstico	Promoción de <i>clusters</i> de pymes proveedoras y actividades de I+D de grandes empresas
6. Sectores de servicios	Promoción de <i>clusters</i> de pymes proveedoras

Finalmente, el Cuadro 4 resalta algunos instrumentos/programas de la PCTI que podrían ser importantes para el desarrollo de los diferentes perfiles productivos.

8.1.2 Nivel de capacidad de absorción de las empresas

Según Cohen y Levinthal (1990), la capacidad de absorción (CA) se define como la capacidad de identificar, asimilar y explotar fuentes externas de conocimiento. Al nivel de empresa, la CA comprende varias dimensiones: 1) I+D; 2) capacitación y aprendizaje del personal; 3) características y comportamiento organizacional; 4) tecnología incorporada; y 5) estructura de vínculos. El contexto en que las empresas operan afecta a la CA. Para evaluar de forma general la CA de las empresas mexicanas se emplearon los resultados de la Encuesta Nacional de Innovación, incluidos en ESIDET (2006), particularmente los insumos de las actividades de innovación, el gasto en actividades de innovación, la colaboración para el desarrollo de productos, y el uso de fuentes internas y externas de conocimiento.

La Encuesta Nacional de Innovación levantada en 2001, con datos de 1999-2000, reportó que 25.6% de las empresas de todos los sectores de actividad eran innovadoras, es decir habían introducido nuevos productos o procesos en el mercado en el periodo de análisis. Los datos para 2006 muestran que no hay cambios sustantivos (Cuadro 5). El 24.9 por ciento realizó al menos un proyecto de innovación. No se observan diferencias significativas por tamaño, pero las empresas medianas parecen tender a ser más innovadoras que las pequeñas o las más grandes. En el caso del sector manufacturero, en 2006 el 36.5% de las empresas señalan que han realizado al menos un proyecto de innovación.

La mitad de las empresas innovadoras reportó que realiza actividades de I+D. Estas actividades tienen dos funciones: generar nuevos productos y aprender; en este sentido son una de las vías para desarrollar CA.

A nivel internacional se utilizan tres indicadores para aproximarse a la medición de los insumos de la actividad de innovación: la intensidad de I+D, la intensidad de gastos en innovación y la intensidad tecnológica. El Cuadro 6 presenta el nivel de estos indicadores en el caso mexicano para las empresas innovadoras que realizan I+D, de acuerdo a la encuesta de 2001; estos resultados sugieren que: 1) el gasto en I+D no es elevado, las empresas que hacen I+D gastan en promedio el 0.7% de sus ventas, mientras que en España las empresas innovadoras en general tienen a gastar el 1.8%; 2) las empresas que realizan I+D tienden a realizar o realizan un mayor esfuerzo en innovación, y 3) un alto porcentaje del gasto en innovación se refiere a maquinaria y equipo, lo cual es una tendencia internacional.

CUADRO 4. Enfoque de los instrumentos de la PCTI para diferentes perfiles productivos

Enfoque principal de los instrumentos/medidas	Sectores asociados con cadenas globales		Sectores industriales de ventajas reveladas	
	Grandes empresas y subsidiarias de EMN	Pymes	Grandes empresas y subsidiarias de EMN	Pymes
Beneficios fiscales y otros instrumentos para impulsar la I+D	X		X	
Atracción de centros técnicos de EMN	X			
Maestros y doctores a la industria	X		X	
Impulso a la innovación	X		X	
Desarrollo de proveedores	X		X	
Emprendedores		X		X
Facilidades para empresas nuevas y apoyo para los primeros años de operación		X		X
Capital de riesgo		X	X	X
Créditos con intereses bajos para proyectos de I+D		X	X	X
Adquisiciones públicas				
Difusión de instrumentos de gobiernos regionales y nacional		X		X
Difusión de información tecnológica y económica para apoyar la toma de decisiones estratégicas		X		X
Esquemas para apoyar la contratación de ingenieros		X		X
Promoción cursos de entrenamiento técnico para empleadores		X		X
Promoción de capacitación administrativa para propietarios de empresas		X		X
Esquemas para apoyar la certificación de calidad		X		X
Promoción de las empresas y productos con clientes potenciales (por ejemplo red de distribuidores mexicanos)		X		X

Sector de ventajas reveladas basadas en agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	Sector de recursos basados en recursos naturales no renovables		Sector de industrias orientadas hacia el mercado doméstico		Sector de servicios
	Grandes empresas públicas y privadas	Pymes	Grandes empresas y subsidiarias de EMN	Pymes	
	X		X	X	
	X		X	X	
X				X	
X	X		X		
X		X		X	
		X		X	
		X		X	
	X	X	X	X	
X	X	X		X	
X		x		x	x
		X		X	X
X		X		X	X
X		x		x	x
X		X		X	X
		X		X	X
		X		x	x

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 5. Empresas innovadoras: introdujeron proyectos de innovación, 2006 (%)

Tamaño de la empresa	%
50 a 100	21.81
101 a 250	28.85
251 a 500	27.70
501 a 750	26.03
751 o más	20.12
Total	24.94

FUENTE: CONACYT (2007b, tabla A.3.1)

CUADRO 6. Indicadores de insumos de la actividad de innovación

	Empresas innovadoras que realizan I+D en México 2001	Empresas innovadoras en España 2002
Intensidad de I+D	0.7	1.8
Intensidad de gastos en innovación	3.4	2.4
Intensidad tecnológica	30.8	33.4

FUENTE: ENI (2001).

Colaboración para el desarrollo de productos y procesos

Niveles elevados de CA indican que las empresas son capaces de absorber conocimiento externo. Los resultados de la cooperación para el desarrollo de productos y procesos reflejan una baja absorción de conocimiento externo, y por lo tanto de CA (véase Cuadro 7).

CUADRO 7. Interacciones para desarrollar proyectos de innovación

	Productos 2001	Procesos 2001	Productos 2006	Procesos 2006
Sólo <i>in-house</i>	79.4	72.6	83.7	83.1
Colaboración con CPI	2.3	0.8	4.9	2.7
Colaboración con IES	0.5	2.4	1.8	2.6
Colaboración con otras empresas	15.0	20.4	8.2	9.0
Otros	3.0	3.7	1.4	2.6

FUENTE: ENI (2001) y ESIDET (2006).

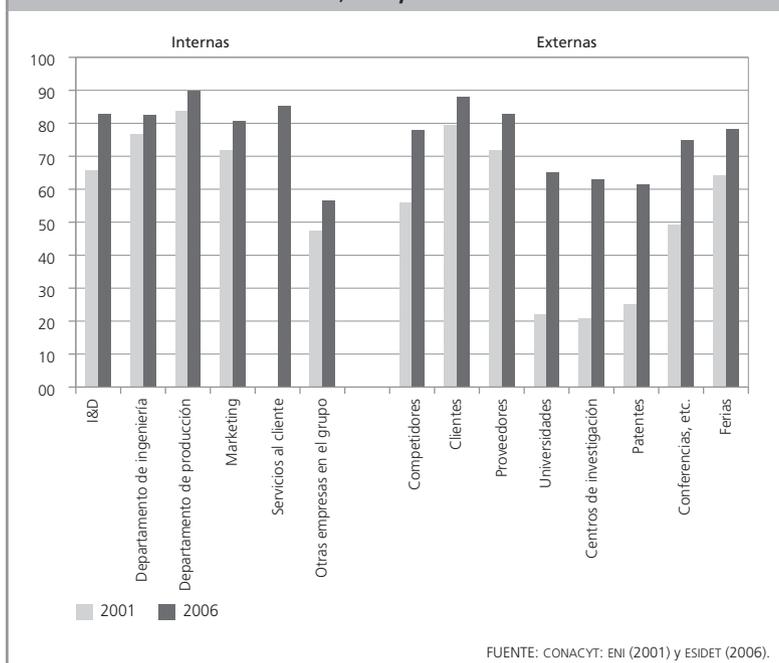
Como se puede observar, nueve de cada diez proyectos se realizan en el sector privado (sólo *in-house* o colaboración con otras empresas), sin recurrir a colaborar con CPI o IES, lo que evidencia una extrema debilidad de las actividades de vinculación entre la academia y la empresa. Es decir, cooperan poco, y cuando cooperan lo hacen más con otras empresas que con IES y CPI. Se observan algunas diferencias entre productos y procesos: en productos se colabora más con CPI mientras que en procesos ambas instituciones tienen la misma importancia. A lo largo del tiempo, entre las dos encuestas se observa un cambio en el comportamiento de las empresas hacia la colaboración: se incrementan los desarrollos *in-house* en detrimento de la colaboración entre empresas. También se observa un incremento importante de la colaboración con IES y CPI (se duplica), pero todavía desde valores muy bajos.

Fuentes de conocimiento internas y externas

Las empresas combinan el uso de fuentes internas y externas de conocimiento, lo cual sugiere que aprenden de diferentes fuentes. Las fuentes internas son muy importantes, pero se incrementa el uso de fuentes externas cuando las empresas realizan actividades de I+D. Sin embargo, en general se observa poca cooperación para la innovación con IES y CPI, como se vio en el Cuadro 7, lo que está asociado a la poca articulación del SNI mexicano. En general, las empresas que llevan a cabo actividades de I+D hacen un mayor uso de fuentes externas. La Gráfica 1 muestra el uso de fuentes internas y externas por el sector manufacturero en 2001 y 2006.

- En relación a las fuentes internas, se observan pocas diferencias entre ambos periodos.
- Los servicios a clientes no estuvieron presentes en ENI (2001), pero resultaron ser un área importante en 2006.
- La I+D aumentó su relevancia como fuente de conocimiento.
- Clientes, distribuidores y competidores son las fuentes externas más importantes para impulsar actividades de innovación.
- Hay un aumento significativo en la importancia asignada a IES y CPI, sin embargo, esto no se observa en la colaboración para el desarrollo de productos y procesos específicos, analizada en el Cuadro 7.
- Las empresas aumentaron su percepción sobre el papel de las patentes como fuente de innovación.

GRÁFICA 1. Fuentes de conocimiento, 2001 y 2006



8.1.3 Ejemplos de empresas con alto desempeño

A partir de trabajos realizadas por diferentes investigadores, en esta sección se presentan cuatro casos de empresas exitosas: Probiomed, Delphi, Tremec y Cemex. Este grupo incluye empresas nacionales y extranjeras, en diferentes sectores productivos (farmacéutica, autopartes y cemento) y localizadas en diferentes estados. Los casos son:

- Probiomed: empresa farmacéutica, la evidencia se refiere al proyecto de desarrollo llevado a cabo en colaboración con la UNAM.
- Delphi: empresa automotriz, la evidencia describe la acumulación local de capacidades tecnológicas por esta subsidiaria.
- Tremec: empresa automotriz, la evidencia ilustra la construcción de vínculos usuario-consumidor con Chrysler y el flujo de conocimiento.
- Cemex: empresa de cemento, el caso resalta la transnacionalización de la empresa y la construcción de un liderazgo internacional.

Al final de esta sección se comparan sus características básicas.

8.1.3.1 Descripción de casos de empresas exitosas

Probiomed: desarrollando vínculos con los CPI²

Probiomed es una empresa farmacéutica mexicana que usa biotecnología a través de tecnología recombinatoria de ADN para producir medicamentos para tratar enfermedades como cáncer, sida, hepatitis B y C, así como insuficiencias orgánicas tales como fallas en el riñón. Probiomed lleva a cabo actividades de I+D dentro del campo de la ingeniería genética. Su capacidad biotecnológica es en gran medida doméstica, debido a que las materias primas y los materiales intermedios no son importados. La empresa desarrolla pruebas clínicas con pacientes mexicanos con el objetivo de verificar la efectividad y tolerancia de cada uno de sus productos; de hecho, esta es una práctica rutinaria llevada a cabo con el apoyo y colaboración de médicos y hospitales. La empresa mantiene una extensa red nacional e internacional de científicos, la cual incluye a universidades, hospitales, consultores y empresas especializadas. Probiomed también ha promovido un nuevo programa de Maestría en Biotecnología Industrial en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. El objetivo es entrenar a científicos altamente calificados especializados en áreas de interés de la empresa, así como desarrollar investigación industrial dentro del campo de la biotecnología. Probiomed pertenece a lo que en este libro se ha denominado perfil productivo orientado al mercado doméstico (véase Cuadro 1).

En interacción con el Instituto de Biotecnología de la UNAM, Probiomed desarrolló un clon para obtener ADN recombinado de la bacteria *Escherichia coli*. Este ha sido un proyecto exitoso de colaboración con la academia. La empresa seleccionó a este instituto debido a sus capacidades de investigación sobre caracterización, producción, manejo y uso de proteínas y ácidos nucleicos. Trabaja en esta área usando un conjunto de disciplinas y modelos biológicos.

El proyecto de colaboración se tituló «Investigación sobre rutas metabólicas y sistemas de integración de cromosomas para la producción de hormonas recombinantes en *E.coli*». La insulina es una proteína con 51 aminoácidos que regula el nivel de azúcar en la sangre. Hay individuos que por mutación en el gen de la insulina no son capaces de producir insulina funcional. Este tipo de enfermedad se ha convertido en uno de los mayores problemas de salud en México, por lo que representa un grave problema social y económico. Probiomed decidió impulsar un desarrollo

2 Este caso se basa en Guadarrama (2005).

tecnológico propio para solucionar un problema de salud nacional y hacer de ello un negocio. El proyecto ha buscado una integración entre los sectores académico, médico y tecnológico.

En 1998 se firmó un contrato entre Probiomed y el Instituto de Biotecnología de la UNAM para evaluar la producción de insulina humana recombinante. En enero de 2000 se hizo un convenio de transferencia de tecnología del Instituto de Biotecnología hacia Probiomed, con el cual la UNAM, a través del Instituto de Biotecnología, otorgó una licencia exclusiva a Probiomed para la explotación de un proceso fermentativo para obtener proteínas híbridas a partir de cepas de *Escherichia coli*. El convenio establecido entre ambas instancias se extendió por 12 años contados a partir de la fecha de la firma. En marzo de 2000 se firmó un convenio con el CONACYT, para proporcionar fondos a la empresa para la realización de proyectos conjuntos de I+D con IES y CPI, orientados a investigación aplicada, desarrollo y/o mejora de tecnologías existentes. El CONACYT participó a través del PAIDEC.³ La inversión total del proyecto fue de 150,000 dólares.

A partir del desarrollo tecnológico conjunto se logró desarrollar el medicamento Prodiabin-n[®], insulina de acción intermedia obtenida por ADN recombinante (insulina humana isófana). Este medicamento presenta especificidades para los requerimientos de la población mexicana y se produce en México.

Durante el año 1999 los biomedicamentos representaron un 12.36% de las ventas totales de la empresa. Para 2003 la participación de los biomedicamentos superó el 63%. El desarrollo de este nuevo medicamento incrementó la especialización de la empresa en un área de alta tecnología (biotecnología moderna) y permitió, con base en la experiencia acumulada y gracias al desarrollo del nuevo producto, disminuir costos. Otros resultados del proyecto fueron: presentación de resultados de investigación en congresos nacionales; presentación en el Boletín Médico Probiomed; procedimientos normalizados de operación (PNO); estudios clínicos, y capacitación y especialización de personal.

3 Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación y Desarrollo Conjuntos, operado antes del PECYT.

Delphi, una subsidiaria de una ETN que desarrolla actividades de I&D en México⁴

Delphi Corp es un productor de autopartes especializado en electrónica móvil que opera en 42 países. En México se instaló bajo el régimen de maquila en 1979, y para el año 2002 tenía 70,000 empleados y 56 plantas de producción a lo largo del país. La empresa creó el Centro Técnico de México, en Ciudad Juárez (MTC, por sus siglas en inglés) en el año de 1995, el cual constituye el centro de ingeniería de componentes más grande de la EMN. Éste concentraba las funciones de negocios más básicas para reducir costos y un conjunto de actividades técnicas. Gradualmente, todas las divisiones de Delphi han establecido áreas de ingeniería y diferentes laboratorios en el MTC. La mayoría de las actividades de este centro se encuentran orientadas a la mejora de la producción y de las plantas, con limitadas actividades de diseño de productos. La línea de negocios de sensores y actuadores ha desarrollado las mayores capacidades locales en términos de I&D. Este es un caso exitoso de los sectores asociados a cadenas globales (véase Cuadro 1).

Hasta 2008, los sensores y actuadores eran producidos en seis plantas de Delphi en el mundo, una en Ciudad Juárez, dos en Chihuahua, una en Brasil, una en Portugal y una más en China. La empresa participaba en el mercado internacional de sensores y actuadores con un 8.8% del total. Las actividades de ingeniería, diseño y desarrollo se encontraban ubicadas en el MTC, donde existe un grupo de ingeniería avanzada de sensores y actuadores compuesto por seis doctores, 13 integrantes con maestría y un ingeniero. Dicho grupo se encargaba de desarrollar toda la tecnología de la empresa en esta línea de negocios a nivel mundial. Las actividades llevadas a cabo en el MTC son las siguientes: 1) parte de la investigación aplicada necesaria; 2) toda la tecnología avanzada; y 3) la estrategia y planeación tecnológica.⁵ Para llevar a cabo proyectos de desarrollo interactúan con Delphi Technology Inc., la cual lleva a cabo parte de la investigación básica y aplicada necesaria, y con universidades principalmente estadounidenses, las que proveen investigación básica para los proyectos.⁶

4 Este caso se basa en Dutrénit y Vera-Cruz (2007a y 2007b), Dutrénit *et al* (2006) y Arias (2004).

5 Adicionalmente, se realiza la planeación sobre ventas, inversión y *marketing*.

6 Uno de los resultados más importantes de la actividad innovadora es el registro de propiedad intelectual. Por ejemplo, en 2001 el grupo de ingeniería avanzada obtuvo 88 registros de invenciones, aplicó para 55 patentes, recibió el otorgamiento de 15, y realizó siete publicaciones de defensa y tres secretos industriales.

A partir del análisis de la historia tecnológica y productiva, y de la estructura de sus vínculos, se identifican tres etapas de evolución de la línea de sensores y actuadores de Delphi. El Cuadro 8 resume las principales características de la acumulación en cada etapa, y los niveles de acumulación en la función técnica de acuerdo a la taxonomía de capacidades tecnológicas.

CUADRO 8. Principales características del proceso de acumulación de la línea de negocios de Delphi de sensores y actuadores		
Etapa I. Ensamblaje simple de algunos componentes, 1978-88	Etapa II. Ensamblaje complejo y familias de productos, 1989-94	Etapa III. Diseño de productos, 1995-2002
<ul style="list-style-type: none"> • Ensamblaje simple de componentes y proceso de manufactura. • Pocos productos • 1979: Primera planta en Ciudad Juárez (SEC-plant 35) • 1986: Segunda planta en Chihuahua-Chihuahua • Ingeniería básica de procesos • Sistema de manufactura convencional • Directores estadounidenses • Insumos y otros componentes importados • Vínculos mínimos con el contexto local y regional 	<ul style="list-style-type: none"> • Ensamblaje complejo de componentes y proceso de manufactura automatizado • Varias familias de productos • 1990: Tercera planta en Chihuahua-Chihuahua • Ingeniería del proceso de ensamblaje • Sistema de manufactura sincronizada con el cliente, células de trabajo multifuncionales en U, un ingeniero cada 2-3 células, subplantas por familia de productos • Controles estadísticos • Desarrollo de directivos mexicanos en subplantas • Proveedores globales • Finales de los 80: transferencia del área de compras indirectas al MTC 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema complejo de ensamblaje de componentes y subsistemas, procesos de manufactura complejos y manufactura de piezas para pruebas y producción de equipo • Creación del Centro Técnico en México (MTC) • De la ingeniería de sensores y actuadores hacia la ingeniería avanzada y actividades de I&D • <i>Lean manufacturing</i> • Mejora de equipos a través de seis sigma, control de calidad documentado (PIBAB) • MTC toma algunas decisiones localmente. • 90% de los insumos son adquiridos en EUA, 10% localmente. • Varios directivos mexicanos • Proveedores globales y nacionales • Mayor vinculación con el contexto local y regional, acuerdos con IES regionales, para la formación profesional, vínculos incipientes con CPI mexicanos
FUENTE: Dutrénit y Vera-Cruz (2007b).		

El Cuadro 8 ilustra que tuvo lugar una acumulación gradual de capacidades tecnológicas; Delphi México evolucionó —como resultado del cambio de capacidades básicas operativas y tecnológicas— a tener cada vez mayores capacidades innovadoras. En la primera etapa adquirió capacidades tecnológicas operativas básicas, necesarias para producir eficientemente, mientras que en la segunda predominó el desarrollo de capacidades innovadoras básicas. En la última etapa alcanzó capacidades innovadoras avanzadas en la mayoría de sus funciones técnicas. El proceso de aprendizaje en las plantas locales llevó a la acumulación de capacidades localmente, y al acercamiento entre las funciones tecnológicas y de producción. Lo anterior generó presiones en la matriz para reconocer las capacidades tecnológicas acumuladas y permitir el desarrollo de actividades técnicas de mayor nivel. En general, la matriz mantiene el poder de decisión sobre las funciones técnicas orientadas a productos (diseño e I+D), la vinculación interna, y en los vínculos con los proveedores de componentes. Sin embargo, la atracción de una línea de negocios global permitió la acumulación en funciones técnicas relacionadas con la innovación de productos, la vinculación interna y la vinculación externa.

Delphi ha desarrollado vínculos para la capacitación de su personal en los niveles de licenciatura y maestría. Sin embargo, la vinculación con agentes locales es limitada, lo que se asocia a tres factores: 1) el centro de toma de decisiones sobre aspectos clave se encuentra ubicado fuera de la localidad (matriz); 2) el perfil de actividades a nivel de la planta es más productivo que técnico, y por lo tanto los vínculos demandados han sido en su mayoría para capacitación; y 3) la debilidad del sistema productivo e innovativo local, que no tiene la capacidad necesaria para responder a vínculos de innovación. Sobre este último punto, Delphi ha tenido problemas para encontrar socios en IES y CPI mexicanos, debido a que requiere investigación en conocimiento de frontera. De acuerdo con la empresa, varias IES y CPI tienen el potencial de ser socias, pero en algunas áreas existe un rezago en conocimiento y madurez técnica; es decir se enfocan en la sustitución de tecnologías, y tienen dificultades para manejar transferencias de propiedad intelectual. Asimismo, la empresa considera que carecen de las habilidades necesarias para evaluar propiamente la investigación a desarrollar, lo que resulta en costos superiores con relación a los de EUA (Dutrénit, Vera-Cruz, Álvarez y Rodríguez, 2003).

En general, la fragilidad del SNI y del tejido social no ha facilitado el proceso de vinculación de agentes locales con la maquila, lo que ha limitado el enraizamiento de sus actividades más innovadoras.

Los vínculos Tremec-Chrysler, un caso de la industria automotriz⁷

Este caso se refiere a la relación económica y tecnológica entre dos empresas, Chrysler y Tremec. La primera es una filial de una corporación estadounidense, mientras que la otra pertenece al grupo industrial mexicano Desk. Este caso ilustra el perfil productivo de los sectores asociados con cadenas globales (véase Cuadro 1).

La industria automotriz en México se encuentra integrada por dos sectores: uno dedicado a la producción y ensamblaje de vehículos (subcompactos, compactos, de lujo y deportivos), camiones (ligeros y pesados) y autobuses; y el otro formado por empresas que manufacturan refacciones. En 2001, el sector automotor se encontraba compuesto por nueve organizaciones transnacionales: Ford Motor Company, General Motors, Daimler-Chrysler, Nissan, Renault, Volkswagen, Mercedes Benz, BMW y Honda.⁸ Las camionetas y *pick-ups* eran producidas por Chrysler, Ford, General Motors, Nissan y Volkswagen, mientras que los camiones eran producidos principalmente por Camiones y Motores Internacional de México, Consorcio G, Grupo Dina, Kenworth Mexicana, Mercedes Benz México, Motor Coach Industries México, Scania de México y Volvo Bus de México (INEGI, 2001). El sector de refacciones incluye más de 500 empresas (Expansión, abril 2002). En este sector había empresas grandes reconocidas internacionalmente que producían para mercados nacionales e internacionales. Se concentraban en la producción de componentes mecánicos, sistemas con alto grado de complejidad técnica y altos costos, que en muchos casos requieren escalas de producción grandes. Estos componentes incluyen el motor, la caja de velocidades, la transmisión, frenos y suspensión; en otras palabras, todas las partes funcionales del automóvil.

En México, las grandes empresas autoparteras son reguladas por la competencia internacional, y por esa razón la producción adopta las normas impuestas por las plantas de ensamblaje. En lugar de abastecer al mercado basándose en precios, el sistema de proveedores se encuentra basado en factores como el sistema de calidad impuesto, o «justo a tiempo» y desarrollo de productos. Lo anterior requiere una relación cercana

7 Padilla y Martín Carbajal (2007).

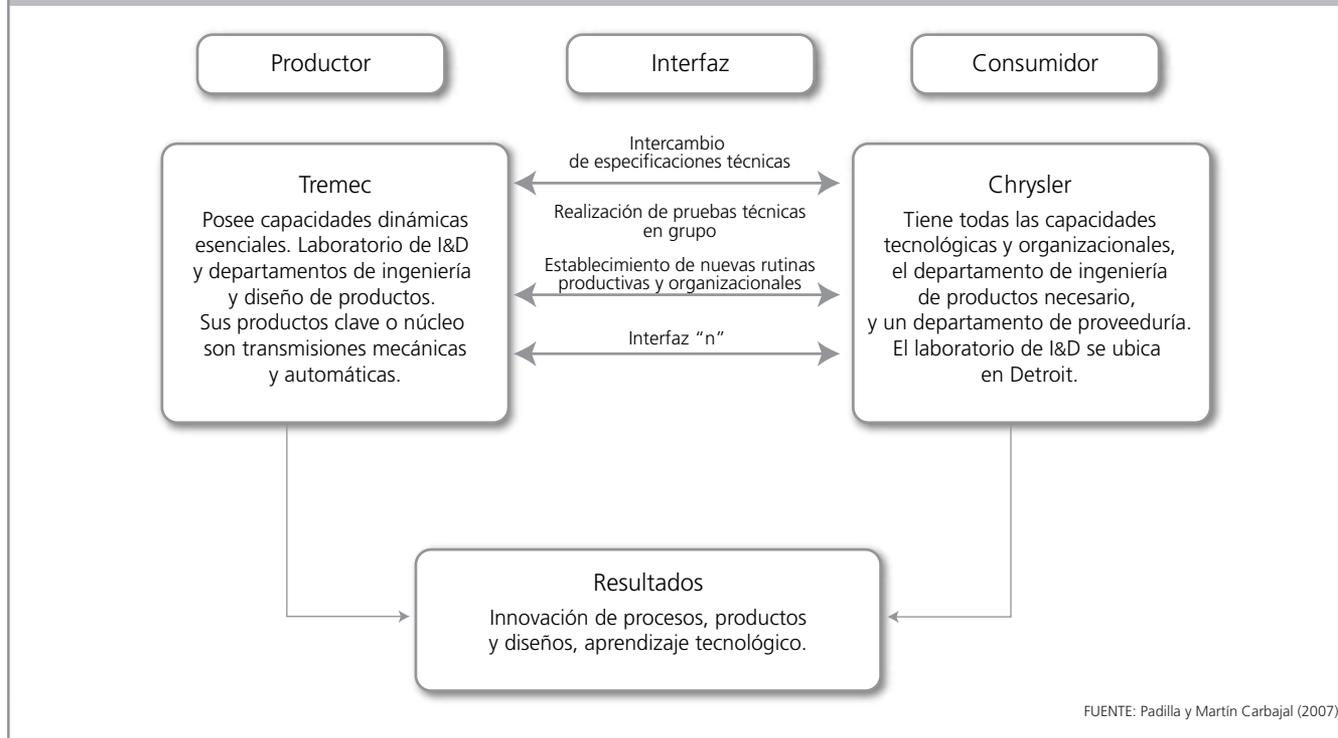
8 BMW construyó instalaciones de ensamblaje industrial en México en 1995, Honda comenzó con la fabricación del Honda Accord en Jalisco en 1995, y Porsche ha introducido vehículos en México desde 1995. También Peugeot, Volvo y Audi llegaron al país con nuevos modelos de automóviles, y Renault regresó a México en el año 2000.

entre cliente y proveedor. Para satisfacer los estándares de calidad impuestos por las ensambladoras, algunas empresas de refacciones, como Spicer, Condumex, Vitro y Cifunsa han realizado inversiones en I+D, que les permiten participar exitosamente en el mercado internacional y mantener su ventaja competitiva.

En suma, para formar parte de esta industria altamente competitiva a escala mundial, los grandes productores nacionales como Spicer y Condumex han establecido alianzas estratégicas con empresas extranjeras a través de diversas formas de cooperación, como licencias, convenios o transferencias directas de tecnología. En muchos casos, estas alianzas han tenido resultados exitosos porque el apoyo exterior agrega conocimiento al mercado nacional en aspectos como preferencias de los clientes, relación con ensambladores y regulaciones gubernamentales.

Chrysler y Tremec han establecido vínculos que favorecen la innovación y el aprendizaje tecnológico. Esta relación es arquetípica de condiciones tecnológicas favorables, información e intercambio de conocimiento, selección de proveedores, establecimiento de colaboración en red, inversión en activos específicos e innovaciones organizacionales; todo lo anterior es requerido para construir relaciones cliente-proveedor exitosas. Esta relación exitosa es producto de tres factores. En primer lugar, Tremec es una empresa mexicana que se especializa en la manufactura de transmisiones manuales y automáticas. Es una empresa funcional de subensamblaje que tiene un cierto nivel de complejidad tecnológica. También es una empresa grande que tiene las capacidades tecnológicas necesarias para ser un proveedor de primer nivel en la industria automotriz internacional. En segundo lugar, el éxito de la relación de proveeduría entre Tremec y Chrysler es el resultado del establecimiento de interfaces que permiten el intercambio de información y conocimiento tecnológico complejo, como también de la implementación de ciertas rutinas organizacionales para confrontar y determinar problemas técnicos conjuntamente. En tercer lugar, el éxito de Tremec como proveedor de Chrysler se encuentra asociado con procesos permanentes de innovación tecnológica y organizacional.

Uno de los problemas detectado en las instalaciones de Tremec fueron los limitados vínculos productivos que tenía con manufactureros locales de partes automotrices y componentes. Por un lado, Tremec carecía de información básica referente a la disponibilidad de productores nacionales de pequeño y mediano tamaño, y, por otro, los productores carecían de las condiciones organizacionales y tecnológicas necesarias para ser proveedores de confianza de Tremec. Al mismo tiempo, los productores nacionales de segundo y tercer ni-

FIGURA 1. Relación productor-consumidor Tremec-Chrysler

vel carecían de información básica relacionada con los requerimientos, condiciones, especificaciones técnicas y capacidades tecnológicas que la empresa requiere para la selección de sus proveedores potenciales. Finalmente, esta relación ha resultado tecnológicamente complementaria para ambas empresas, la interfaz entre Tremec y Chrysler era rica en información e intercambios de conocimiento tecnológico, lo que se transformó en procesos tecnológicos e innovativos en ambas empresas, tal como se ilustra en la Figura 1.

Cemex: El surgimiento de una transnacional mexicana⁹

Diferentes autores,¹⁰ reportan el surgimiento de las que son llamadas «transnacionales del Tercer Mundo», o «transnacionales de economías emergentes». Lo anterior es aplicable al caso del surgimiento de Cemex como líder mundial en la industria de los materiales para la construcción, y el desarrollo de capacidades innovadoras de clase mundial en el proceso. Este caso ejemplifica el perfil productivo de los sectores industriales de ventajas reveladas (véase Cuadro 1).

Cemex fue fundada en 1906 como Cementos Hidalgo, y en 1931 se fusionó con Cementos Pórtland Monterrey, convirtiéndose en Cementos Mexicanos, ahora Cemex. De 1931 a 1976, Cemex adquirió varias empresas cementeras pequeñas en México, convirtiéndose en líder del mercado nacional. Durante ese año concretó una emisión de acciones para ser listada en el mercado bursátil mexicano. Utilizando expansión local, Cemex se convirtió en 1989 en una de las diez compañías cementeras más grandes del mundo.

En 1987 Cemex comenzó con la introducción de tecnologías de la información (TI) utilizando sistemas de comunicación satelital (Cemex-Net). Para 2006 se había convertido ya en una empresa que disponía de la mejor infraestructura y uso de TI de la industria cementera, y en una de las empresas mejor interconectadas del mundo (Podolny, 1999). Así las TI se han convertido en una de sus capacidades centrales.

El proceso de internacionalización

El proceso de internacionalización en Cemex siguió un esquema de tres etapas, comenzando en 1982 con exportaciones hacia EUA, la segunda con IED (adquisición de plantas); y la etapa actual, que se caracteriza

9 Adaptado de Atoche-Kong (2006a y 2006b).

10 Wells (1983) ya había reportado este fenómeno a inicios de los 80. Más recientemente Beausang (2003), UNCTAD (2006) y Boston Consulting Group (2007), entre otros, han continuado analizando el proceso. Aulakh (2007) resume los resultados.

por un proceso de integración de todas sus adquisiciones en el exterior. El proceso de internacionalización transformó a Cemex de una pequeña cementera local en una empresa transnacional con operaciones en más de 50 países, con una capacidad productiva de 93 millones de toneladas.

Al comienzo de los esfuerzos de la segunda etapa de internacionalización, identificó una valiosa fuente de conocimiento y la posibilidad de refinar su proceso de negocios a través del proceso de integración por fusiones. Con cada adquisición, Cemex adquirió nueva tecnología de producción, conocimiento tácito y la penetración en nuevos mercados. En 2008 Cemex se convirtió en la mayor comercializadora de cemento y productora de concreto a nivel mundial, la tercera mayor productora de cemento,¹¹ y se ubicó entre las diez mayores productoras de agregados.

Cemex ha incrementado su capacidad productiva de 6.7 millones de toneladas de cemento en 1985, a 93 millones en 2006, controlando más de 77 plantas de cemento, 394 canteras y 1,926 plantas de mezcla. Esta red compleja de instalaciones requiere altos niveles de capacidades tecnológicas y de coordinación. Las adquisiciones internacionales de Cemex de mayor importancia se muestran en el Cuadro 9.

La Gráfica 2 muestra los efectos del proceso de internacionalización de Cemex. Entre 2004 y 2005 el principal mercado de esta empresa se movió de países emergentes (superior al 50% en 2004) a países desarrollados (más del 70% en 2005). Dicho viraje ocasionará grandes cambios estratégicos en Cemex en los años siguientes.

El crecimiento de las operaciones de Cemex también ha sido impresionante, ya que el incremento de sus ventas netas pasó de cerca de 276 millones de dólares en 1985, a 16 billones de dólares en 2006, lo que representa una tasa de crecimiento anual de 22%. Su capitalización de mercado y EBITDA también crecieron a tasas similares durante el mismo periodo.

El camino de la innovación en Cemex

En 1985, cuando Cemex comenzó su transformación en una ETN, tenía básicamente capacidades tecnológicas de producción y enfrentaba el reto de «construir la base mínima de conocimiento tecnológico para ser capaz de llevar a cabo actividades innovadoras» (Dutrénit, 2004) para poder competir con jugadores globales. Kim (1997) desarrolló un modelo clásico de innovación para empresas basadas en economías emer-

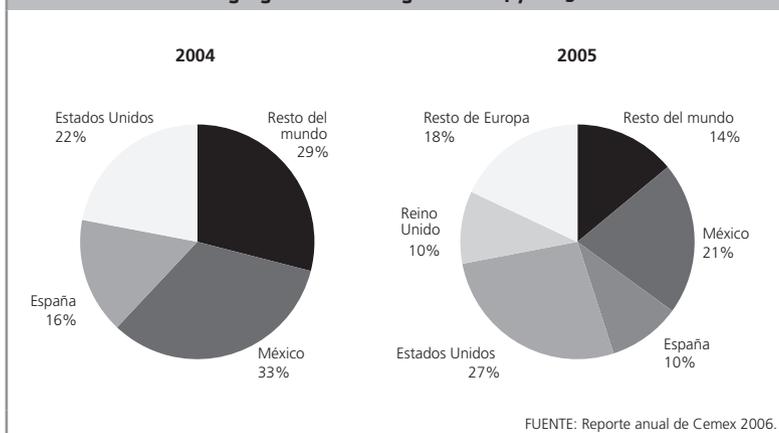
11 Cemex adquirió Rinker en 2007, convirtiéndose en ese momento en el segundo mayor productor de cemento, pero al mismo tiempo otras grandes corporaciones contestaron con adquisiciones similares, como Lafarge con Orascom.

CUADRO 9. Adquisiciones internacionales de Cemex

Año	País	Empresas	Capacidades acumuladas/ adquiridas
1992	España	La Valenciana y Sansón	Proceso de integración posfusiones, comienzo de la expansión internacional
1994	Venezuela	Vencemos	Capacidades regionales de mercado: introducción a América del Sur
1994	EUA	Balcones	Capacidades regionales de mercado: introducción a la producción de cemento en EUA
1995	Panamá	Bayano	Capacidades regionales de mercado: introducción a Centroamérica
1995	República Dominicana	Cementos Nacionales	
1996	Colombia	Cementos Diamante, Industrias e Inversiones Samper	Capacidades tecnológicas de producción e innovadoras básicas: Cemex se convierte en la tercera mayor productora de cemento
1997,9	Filipinas	Rizal, APO Cement Corporation	Capacidades de mercado global: introducción al mercado asiático
1998	Indonesia	PT Semen Gresik	
2000	EUA	Southdown	
2001	Tailandia	Saraburi Cement Company	Capacidades de mercado global: productora de cemento más grande de América del Norte
2002	Puerto Rico	Puerto Rican Cement Company	
2005	Reino Unido	RMC Group	Capacidades de mercado global: los países desarrollados se convierten en su principal mercado
2007	Australia	Rinker Group	

FUENTE: Sitio web de Cemex.

GRÁFICA 2. Distribución geográfica de los ingresos 2004 y 2005



gentes, que consiste en un esquema directo de tres etapas (adquisición, asimilación y mejoramiento). Sin embargo, el desarrollo de capacidades tecnológicas en Cemex no siguió dicho modelo, sino un proceso indirecto y progresivo. Comenzó con la creación de capacidades «organizacionales y de gestión», y sólo cuando éstas fueron plenamente desarrolladas inició el proceso de construcción de capacidades tecnológicas. El Cuadro 10 clasifica cada uno de los avances innovativos y los niveles de madurez de la empresa utilizando los modelos de Kim (1997) y Bell y Pavitt (1995).¹²

En 1998 Cemex presentó su primera iniciativa sobre innovación de primer nivel en «Patrimonio Hoy» (en ese año fue una corporación pionera a nivel mundial en el campo de la responsabilidad social). La mayor parte de las iniciativas de innovación de Cemex en la actualidad son novedades entre las mejores empresas de la industria del cemento, convirtiéndolas en fuentes de ventaja competitiva sostenida dado que todas las innovaciones tienen alto nivel de conocimiento tácito, y son altamente valoradas por el mercado. Cemex consideró que necesitaba una base de conocimiento mínima antes de competir con líderes globales. En este

12 De acuerdo con el modelo de Kim (1997), empresas en economías emergentes pueden competir comenzando con tecnologías maduras que serán accesibles sin incurrir en costos excesivos (etapa de imitación duplicativa). La siguiente actividad es desarrollar capacidades de ingeniería para poder asimilar y mejorar la tecnología adquirida, esta es la etapa de «imitación creativa», comenzando a competir con líderes globales en la industria.

La taxonomía de capacidades tecnológicas de Lall (1992) y Bell y Pavitt (1995) puede agruparse en dos etapas: rutinaria e innovadora, la primera se puede asociar con niveles básico, renovado, extra básico y pre intermedio, la segunda con extra básico, pre intermedio, intermedio, alto intermedio y avanzado.

CUADRO 10. Avances innovativos de Cemex y niveles de innovación				
Año	Avance	Etapa de Innovación		
		Modelo de Kim (1997)	Bell y Pavitt (1995)	
			Nivel de capacidad tecnológica	Subnivel
1987	Lanzamiento del sistema satelital de Cemex	Imitación duplicativa	Rutinaria	Pre-intermedio
1987-1989	Primer equipo de integración posfusión	Imitación duplicativa	Innovadora	Extra básico
1991	Comienzo de programa de nuevos talentos	Imitación duplicativa	Rutinaria	Pre-intermedio
1992	Comienzo de internacionalización: adquisición de plantas españolas	Imitación duplicativa	Innovadora	Extra básico
1992	Comienzo de sistema de despacho digital	Imitación creativa	Innovadora	Pre-intermedio
1993	Cemex inicia Cemtec (Neoris): servicios de TI	Imitación creativa	Innovadora	Intermedio
1994	Programa de ecoeficiencia	Imitación creativa	Innovadora	Alto intermedio
1994	Cemex inicia su estrategia de energías alternativas	Imitación creativa	Innovadora	Intermedio
1995	Sitio web de Cemex (relación con accionistas)	Innovación	Innovadora	Alto intermedio
1998	Lanzamiento de «Patrimonio Hoy»	Innovación	Innovadora	Avanzado
1999	Desarrollo de concreto antibacterial	Innovación	Innovadora	Avanzado
2000	Adquisición de Southdown, inversión extranjera en EUA	Imitación creativa	Innovadora	Alto intermedio
2000	Lanzamiento de «El modo Cemex» (identidad corporativa, mejores prácticas)	Innovación	Innovadora	Avanzado
2001	Red comercial Construrama	Innovación	Innovadora	Avanzado
2001	Servicios al cliente en línea	Imitación creativa	Innovadora	Alto intermedio
2003	Lanzamiento de proceso de adquisiciones a lo largo de la empresa	Innovación	Innovadora	Avanzado
2003	Oficina global de adquisiciones para negociaciones internacionales	Innovación	Innovadora	Avanzado
2005	Cemex adquiere RMC: diversificación de la cadena de valor	Imitación creativa	Innovadora	Alto intermedio

FUENTE: Basado en sitio web de Cemex (Kim, 1997), Bell y Pavitt (1995), Figueiredo (2001) y Dutrénit, Vera-Cruz y Arias (2003).

sentido, comenzó con el desarrollo de procesos de gestión e innovaciones de TI, las que podían fortalecer no las capacidades tecnológicas, pero sí las capacidades de administración y TI. El primer hito en el proceso de innovación surgió en 1994, con el programa de ecoeficiencia, que implicaba altos niveles de procesos de manufactura y habilidades para el diseño de maquinaria. Las capacidades de gestión y TI crearon las habilidades de aprendizaje organizacional necesarias, así como las condiciones que posibilitaron el surgimiento de altos niveles de capacidades tecnológicas. De acuerdo con Cohen y Levinthal (1990), Cemex creó la CA necesaria que disparó y aceleró dicho proceso.¹³

De modo similar, Cemex creó otro conjunto de capacidades, generando efectos sinérgicos gracias a una cultura de la innovación que motivó la colaboración entre diferentes departamentos organizacionales en las iniciativas de innovación. En 2004 Cemex generó más de 800 propuestas de innovación de empleados en EUA a través de las campañas «Su opinión cuenta» y «El mejor espacio para trabajar» (Cemex, 2004). La mayoría de estas capacidades comenzaron a partir de niveles de innovación intermedios, no básicos. También brincaron de niveles de innovación básica a avanzadas sin la necesidad de detenerse en niveles intermedios. Este fenómeno significa que Cemex pudo acortar el ciclo de la creación de capacidades innovadoras.

Internacionalización y acumulación de capacidades innovadoras

Desde sus orígenes, Cemex utilizó la estrategia de transferencia de tecnología para adquirir y acumular conocimiento (construcción de plantas, adquisiciones de equipo), y a través del «aprender haciendo» a partir de su experiencia en el proceso de producción de cemento. Este proceso de acumulación de capacidades innovadoras comenzó localmente: en 1982 pudo reducir el tamaño de los hornos, con ahorro en la instalación y partes de repuesto, y en 1986, con su planta de Hichapán, ya tenía la tecnología más moderna para la producción de cemento. Algo semejante ocurrió con las TI: en 1987 Cemex lanzó su sistema de comunicaciones involucrando a toda la empresa, una transferencia de tecnología típica del otro lado de la frontera. Desde entonces Cemex pudo desarrollar sus propias innovaciones tecnológicas de IT, lanzando su servicio en línea a clientes en 2001, su proceso de adquisiciones y su oficina de abastecimiento global para negociaciones internacionales consolidadas.

13 En la Sección 8.1.2 se define el concepto de capacidad de absorción.

El proceso de integración posfusiones, que empezó en 1987 con la adquisición de Cementos Anahuac, ha recibido mejoras continuas gracias al «aprender haciendo» con cada cada adquisición, lo que permitió a Cemex integrar las nuevas empresas adquiridas a su red global e implementar sus mejores prácticas en apenas algunos meses, lo cual le toma años a otras corporaciones.

En 2001 Cemex decidió centralizar sus operaciones de I+D lanzando el Centro Global Cemex para la tecnología e innovaciones, en Suiza, en uno de los centros de tecnología más avanzados de Europa. Esta estrategia de centralización en el exterior es contraria a la estrategia tradicional corporativa de centralización de I+D en el país de origen. Este centro desarrolla soluciones innovadoras de construcción, y diseña las prácticas de mejores negocios. El centro se focaliza en las áreas de Desarrollo de productos, Tecnología del proceso del cemento, Procesos de negocios, TI, Sustentabilidad, Energía y reducción de las emisiones de CO₂.

Este centro opera con un enfoque global, con 67 empleados de tiempo completo que permiten a Cemex centralizar los proyectos de investigación más importantes a nivel corporativo. También ha desarrollado fuertes vínculos con la academia, al proveer apoyo a estancias para el grado de maestría alrededor del mundo para desarrollar tesis relacionadas con sus principales áreas de investigación. En la actualidad Cemex es considerada no sólo una de las empresas más grandes de materiales para la construcción, sino también una corporación altamente innovadora con las mejores prácticas del mundo en procesos de integración posfusiones, desarrollo de combustibles eficientes, investigación sobre materias primas alternativas y desarrollo de recursos humanos.

8.1.3.2 Comparación de sus características básicas

Hemos analizado cuatro casos de desarrollo exitosos basados en actividades de I+D, vinculación con IES y CPI e internacionalización de actividades. Estas empresas han recibido el Premio Nacional de Tecnología (PTN) como reconocimiento por su modelo de administración de la tecnología. Estos casos que hemos seleccionado pertenecen a diferentes sectores productivos con desiguales niveles de desarrollo e ilustran distintas formas de éxito.

El Cuadro 11 describe un conjunto de características para cada caso en relación con el tipo de empresa, el tipo de vínculos ciencia-producción, el uso de instrumentos de la política de CTI, entre otros.

CUADRO 11. Características de empresas exitosas									
Empresas	Perfil productivo y sector	Tipo de empresa	Resultados principales	Actividades de I+D	Vínculos de sectores ciencia-negocios	Uso de instrumentos de CTI	Integración de distribuidores locales	Uso de conocimiento internacional	Premiado por el PNT
Probiomed	Sector 5, farmacéutico	Empresa doméstica mediana	Aumento de ventas	X	Vínculos de investigación	Incentivos fiscales, PAIDEC		X	X
Delphi	Sector 1, Autopartes	Subsidiaria de EMN	Capacidades de innovación	X	Vínculos relacionados con entrenamiento	Incentivos fiscales		X	X
Tremec	Sector 1, Autopartes	Empresa nacional grande con subsidiaria de EMN	Aumento de ventas y vínculos de innovación	X		Incentivos fiscales	X		X
Cemex	Sector 5, Cemento	Empresa nacional grande	Aumento de ventas y adquisiciones					X	

FUENTE: Elaboración propia basada en los estudios de caso.

8.1.4 Ejemplos de *clusters* de empresas con alto desempeño

En los últimos diez años ha emergido un conjunto de *clusters* embrionarios. Ellos están relacionados con diferentes sectores y ubicados en distintas regiones. Algunos emergieron espontáneamente, mientras que otros han sido promovidos por el gobierno de la región. Al igual que en la sección anterior, a partir de trabajos realizadas por diferentes investigadores, hemos seleccionado cinco casos que ilustran distintos caminos al éxito, estos casos pertenecen a diferentes sectores de desarrollo productivo y regiones. Los casos son:

- *Cluster* de jitomates: es un *cluster* del sector agropecuario; el caso ilustra la construcción de un *cluster* orientado hacia el mercado estadounidense de hortalizas.
- *Cluster* de software de Baja California: este caso ilustra el papel de las instituciones en el surgimiento de un *cluster*.
- *Cluster* de electrónica de Jalisco: este caso resalta el surgimiento espontáneo de un *cluster* de electrónica y el papel asumido por el gobierno para fortalecerlo.
- *Cluster* de tequila de Jalisco: este caso muestra la construcción de capacidades tecnológicas, el papel de los vínculos academia-empresa y el éxito de la exportación.
- Industria de maquinados industriales de Querétaro: este caso describe el tipo de derramas observadas desde empresas grandes y los retos que las pymes enfrentan al construir capacidades de absorción.

Al final de esta sección se comparan sus características básicas.

8.1.4.1 Descripción de casos exitosos de *clusters*

***Cluster* de vegetales: el caso del jitomate¹⁴**

La producción y exportación de hortalizas en México ha observado una evolución creciente en las últimas décadas. Si bien en los ochenta hubo una caída importante, pues las exportaciones de América Central fueron apoyadas por EUA, se recuperaron significativamente en los noventa. Aus-

14 Basado en Ekboir (2003).

tralia incrementó sus exportaciones de hortalizas en 6.7 veces, de 1,300 millones en 1980 a 6,300 millones en 2003. Una parte importante de este crecimiento está ligado a la expansión de los supermercados en EUA. La recuperación del mercado estadounidense por México está asociada al desarrollo de capacidades (Reardon y Flores, 2006). Los productos más importantes por su impacto en la superficie sembrada y valor de la producción son jitomate, melón y chile. Pero también hay productos estrella, como el coliflor y el brócoli, aunque tienen menor impacto en el monto de exportaciones de México.

El éxito de las hortalizas mexicanas en el mercado estadounidense está asociado a productores en crecimiento que han podido desarrollar fuertes ventajas competitivas gracias a su incorporación a redes de innovación, que han integrado tecnologías de producción (por ejemplo, semillas mejoradas, equipos de riego y control de plagas) con tecnologías de comercialización (por ejemplo, agricultura por contrato o apertura de oficinas comercializadoras en los mercados compradores). Otros dos tipos de participantes en las redes de innovación han sido los proveedores de insumos y los agentes comercializadores de la producción, mexicanos o extranjeros. En el caso de estos productos perecederos, la corta vida de anaquel y la proximidad con la demanda han inducido a los compradores a convertirse en los agentes catalizadores de las redes. Algunas agencias públicas (especialmente aduanas y agencias fitosanitarias) también han cumplido un papel destacado en estas redes, ofreciendo servicios de apoyo a la producción y exportación, pero han sido fuentes menos importantes de tecnologías.

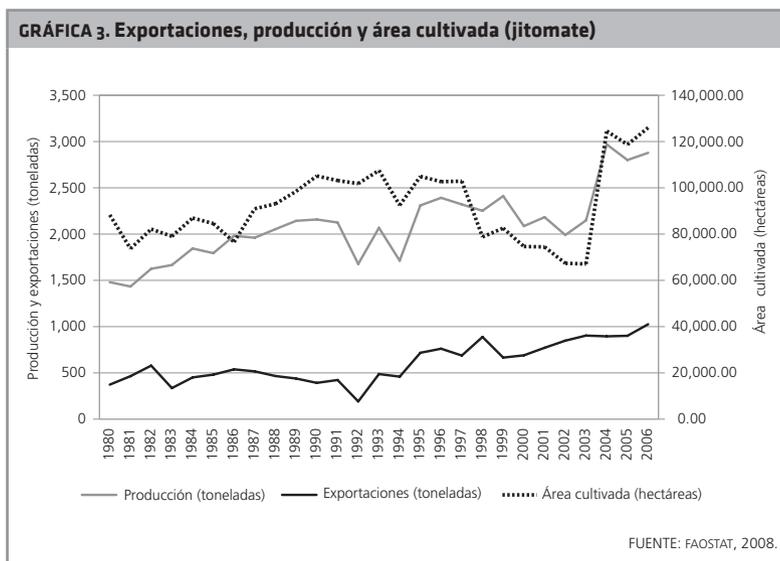
Las tecnologías de producción son en su mayoría importadas y adoptadas mínimamente. Las IES y CPI casi no participan en estas redes pero sí lo hacen algunos de sus investigadores en forma individual. En cambio, en las tecnologías de comercialización hubo importantes desarrollos locales. Muchos productores medianos y grandes han construido empaques y algunos han establecido empresas distribuidoras en EUA. Estos productores han desarrollado importantes ventajas competitivas por el acceso directo a proveedores de hortalizas (incluida su propia producción), su cercanía a los compradores y la posibilidad de acceder al crédito barato en EUA. La Alianza para el Campo (APC)¹⁵ está promoviendo la integración de redes, de tal forma que se han constituido sistemas-producto. Las

15 La Alianza para el Campo es uno de los principales instrumentos de la política agropecuaria y de desarrollo rural de México y el más importante en el fomento a la producción. Su presupuesto anual excede los mil millones de dólares, considerando la suma de los aportes del gobierno federal, de los gobiernos estatales y de los productores. La Alianza surgió a fines de 1995 y comenzó a operar en 1996. En 2002 se estableció como una de las estrategias la integración de *clusters* agroalimentarios.

Fundaciones Produce están financiando investigación focalizada en las demandas de estos *clusters* para contribuir a su fortalecimiento.¹⁶ Este es un caso del sector basado en ventajas reveladas en la agricultura, ganadería, pesca y silvicultura.

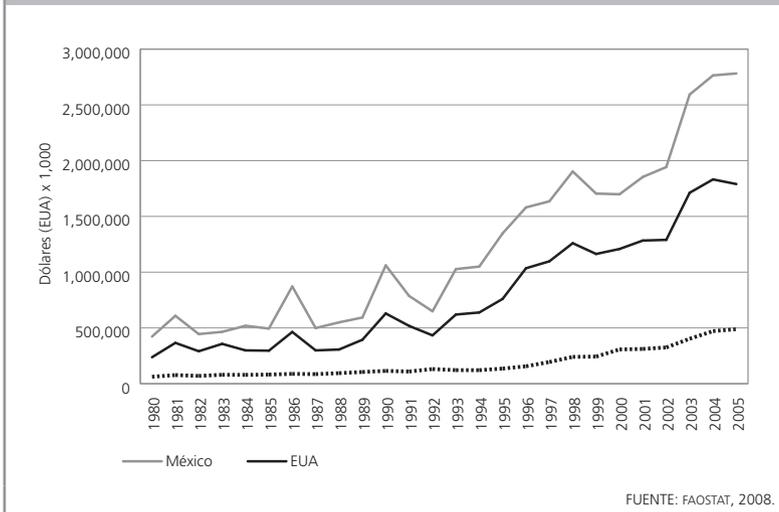
La producción de jitomate creció en forma constante entre 1980 y 1996, pasando de 1.5 millones de toneladas a 2.4 millones. Entre 1996 y 2001, en cambio, la producción cayó levemente a 2.1 millones de toneladas (Gráfica 3). La expansión en el primer periodo se debió casi exclusivamente al aumento del área sembrada. Pero en los últimos diez años considerados se dio un fuerte crecimiento en la productividad por hectárea. Junto con el aumento de la producción se produjo una relocalización espacial de la producción. Mientras que en el periodo 1989-93 Sinaloa produjo el 47.8% del total nacional, en 2001 participó con el 32.2%, mientras que emergieron como importantes San Luis Potosí con el 10.3% y Michoacán con el 9%.

Si bien las exportaciones de jitomate mexicano ya eran importantes en el mercado de América del Norte a comienzos de la década del 80, éstas aumentaron en forma significativa durante la década del 90, tanto en volumen como en porcentaje de la producción (Gráfica 4). En efecto, las exportaciones de jitomate pasaron de representar el 25% de la producción en 1980 al 33.1% en 2000 y al 35% en 2006.



16 En la Sección 6.2 se describe el perfil de las Fundaciones Produce.

GRÁFICA 4. Comercio de jitomate en América del Norte



FUENTE: FAOSTAT, 2008.

El crecimiento de la producción y exportación de jitomates en México también fue el resultado de mejoras tecnológicas en la producción y comercialización. Las principales innovaciones de producción fueron los sistemas de ferti-irrigación, el uso de la plasticultura, las semillas mejoradas y los invernaderos. En general, estas tecnologías fueron importadas. Por ejemplo, el jitomate de larga vida en anaquel se produce con una variedad desarrollada en Israel. Los sistemas de irrigación y los invernaderos son importados de España, Israel y Holanda, aunque algunos productores innovadores han modificado los diseños originales. La superficie con invernaderos se está expandiendo fuertemente, especialmente para la producción de plántulas. La adopción de sistemas de ferti-irrigación fue subsidiada por los gobiernos federal y estatales, pero los productores los están instalando aun sin apoyos, por su alta rentabilidad.

Las fuentes de información tecnológica son varias y dependen de la capacidad económica de cada productor, de otros productores, de proveedores, de asesores y de viajes al exterior en el caso de los productores con mayores recursos.

La consolidación de las empresas comercializadoras de hortalizas ha tenido un fuerte impacto en las zonas donde están localizadas. Mediante compra o alquiler de tierras, varias empresas mexicanas han aumentado la superficie operada directamente por ellas, al tiempo que han ayudado a productores vecinos (generalmente por medio de informa-

ción y contratos de compra) a adoptar tecnologías avanzadas en una gama de productos.

Las Fundaciones Produce han financiado 105 proyectos de investigación-transferencia, con 2 millones de dólares, desde 2005. Procampo, otro programa de SAGARPA, ha implementado 2,800 actividades para apoyar a este *cluster*, con 1.75 millones de dólares.

***Cluster* de pymes: El caso de la industria del software en Baja California¹⁷**

A lo largo de los últimos treinta años, la actividad industrial en Baja California se ha caracterizado por el crecimiento de la maquila en sectores industriales como la electrónica, aeronáutica, productos médicos, y finalmente el sector automotor con la instalación de Toyota. Estas actividades, que han atraído capital extranjero, se han convertido en una fuente importante de creación de empleos para la región, generando 239,000 puestos de trabajo directos en 2006. Sin embargo, la importancia cuantitativa de la industria maquiladora dada por el crecimiento del empleo no resta interés a otros fenómenos emergentes, como el surgimiento de una industria local de software compuesta principalmente por pequeñas y microempresas.

La industria del software es un sector económico emergente en la región, cuya característica más importante es la oferta de productos y servicios intensivos en conocimiento e información, con la característica adicional de contar con personal altamente calificado (empleados con un grado universitario). Hay una gran diferencia entre este sector y la industria de la maquila más tradicional; ésta emplea principalmente a trabajadores semicalificados con escolaridad entre primaria y preparatoria (entre 6 y 12 años de educación).

En 2001, un conjunto de iniciativas del estado de Baja California en el sector para estimular la industria del software de la región fueron favorecidas por la decisión del gobierno federal de apoyar a esta actividad, considerándola uno de los sectores estratégicos en el país. En este contexto, empresarios locales del sector de TI decidieron colaborar y crear un grupo de trabajo formal. A finales de 2004 el *cluster* de TI se encontraba legalmente creado en el estado (TI@Baja), y fue inicialmente conformado apuntando hacia los servicios de software y exportaciones de productos a California.

Una gran parte de las empresas de software en el estado son microempresas (80%); esto es, tienen entre uno y 15 empleados, y sólo el 20% res-

17 Basado en Mochi y Hualde (2007) y Hualde y Gomis (2007).

tante entra en la clasificación de pequeñas empresas. Emplearon un total de 370 personas en 2005.¹⁸ Las pymes son pequeñas empresas de capital local cuyos dueños son empresarios de la región, generalmente profesionales vinculados con la computación y el equipo de cómputo. La mayoría de ellas se encuentran ubicadas en dos ciudades que presentan el mayor dinamismo económico y demográfico del estado de Baja California: Mexicali, la capital del estado, y la ciudad de Tijuana, con la mayor concentración de habitantes y maquiladoras, representando el 83.4% del total.

Las empresas son jóvenes y la década del 90 constituye un periodo importante de crecimiento del sector. Han operado por un promedio de nueve años; esta juventud concuerda con las tendencias observadas en el resto del país. El INEGI reporta que en México 60% de las empresas de entre uno y diez empleados fueron creadas después de 1998.

Los productos y servicios llevados a cabo presentan cierto grado de diversificación. Generalmente, los nichos de mercado para el desarrollo de software en los que las empresas se han especializado se concentran en: aduanas y comercio exterior, negocios electrónicos, puntos de venta, desarrollo de sistemas web, *outsourcing* de TI, consultoría de TI, desarrollo de intranet y extranet, desarrollos a la medida, videoconferencia, ERP (*Enterprise Resource Planning made-to-order and packaged*), sistemas de información geográfica, administración de sitios web, recursos humanos, venta de software especializado para el campo industrial de la maquila, administración de negocios y BPO (*Business Process Outsourcing of foreign trade and legal services*). Este es un caso del sector orientado hacia el mercado doméstico.

Durante los orígenes del *cluster*, se atribuye un papel fundamental al apoyo otorgado por la Cámara Nacional de la Industria de TI del Estado de Baja California (CANIETI), donde se encuentran agrupados algunos emprendedores del software que han contribuido activamente a la construcción de una delegación local de la Cámara durante el año 2000. Posteriormente, la Secretaría de Economía del Estado (SEDECO) y PROSOFT se convirtieron en dos instituciones con un papel decisivo para el desarrollo del *cluster*. En un segundo círculo de influencia aparece Centris (agencia de apoyo a pymes) y el Centro para la Investigación Científica y Educación Superior (CISESE), CPI establecido en Ensenada.

La presencia del gobierno del estado ha sido de particular importancia, dado que se requirió diseñar un proyecto común para conciliar gru-

18 Hay otras firmas grandes en la región, como Zentrum, Softek y Gamelove que no son parte del *cluster*.

pos de intereses particulares. En la práctica, el gobierno del estado tiene la función de administrar los recursos otorgados al *cluster* por PROSOFT, los cuales han crecido constantemente.

La Universidad Autónoma de Baja California también forma parte de las instituciones que están tratando de adaptar sus planes de acuerdo a la demanda potencial del *cluster* a través de la creación de maestrías en TI. También se ha firmado un contrato de diez años con Softek, permitiendo a los estudiantes recibir calificación en la empresa, y en algunos casos ser contratados por ella. Durante 2006 se ha logrado incorporar dos IES adicionales a la dinámica del *cluster*, a través de convenios, y otros cuatro convenios adicionales se encuentran en proceso. Finalmente, existe una línea supranacional de interacción que conecta al *cluster* con instituciones de EUA.

Una de las características interesantes es la reciente aparición de empresas integradoras, creadas por la Secretaría de Economía, como formas organizacionales emprendedoras de cuatro o más empresas, que tienen el objetivo de incrementar la competitividad de las mismas.

El *cluster* de empresas de la electrónica en Jalisco¹⁹

Este *cluster* se empezó a gestar en la década del 60 con la instalación de empresas alemanas y estadounidenses: Siemens en 1962, Motorola de México, e Industrias Mexicanas Burroughs en 1968, Kodak Corporation en 1970, y General Instrument en 1974. Un hecho importante para el desarrollo del sector fue el arribo a la región de IBM en 1975, como parte de una política gubernamental.

Durante los setenta el crecimiento de la industria se detuvo, pero se revitalizó en la década del 80 debido al escalamiento de las actividades de varias empresas. En 1986 Kodak dio un giro hacia la industria electrónica e inició la producción de arneses y discos flexibles; y Siemens inició la producción de autopartes para grandes armadoras como General Motors y Honda. En 1985 IBM empieza el ensamble de computadoras de escritorio y servidores, además de que en 1982 se instaló en la región la empresa HP. Toda esta transformación productiva y tecnológica se presentó en un contexto de nuevas políticas económicas a nivel federal, como fue la entrada de México al GATT y la apertura comercial que impulsó el gobierno de Miguel de la Madrid.

La década del 90 representó un punto de inflexión para la industria electrónica, pues el número de subsidiarias creció de manera exponencial.

19 Basado en Jaen (2007).

De 1990 al año 2000 se instalaron en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) al menos 53 nuevas empresas, la mayoría subsidiarias de firmas líderes a nivel mundial, como Solectron, Jabil, Sanmina, Flextronics y AT&T. Además de este impulso a la generación del *cluster*, que emergió por la llegada de empresas, se diseñó e implementó en Jalisco una serie de políticas públicas orientadas a formar un *cluster* de empresas de la electrónica, lo cual estimuló la creación de un gran número de nuevas plantas. En esa administración se crearon diez proyectos de fomento industrial, todos con el objetivo de promover la inversión productiva, fomentar el comercio exterior, aumentar la competitividad, contribuir a la creación de empleos y apoyar a la pequeña y mediana empresa. Todos los programas eran encabezados por la Secretaría de Promoción Económica (SEPROE). A finales de los noventa se fortaleció el ámbito institucional con la creación en 1997 de la Cadena Productiva de la Electrónica (CADELEC), en 1998 de la Cámara Nacional de la Industria Electrónica, Telecomunicaciones e Informática (CANIETI) y también en 1998 la creación, adscrita a la SEPROE, del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Jalisco (COECYT-Jal). El marco institucional que apoya el desarrollo de las empresas de la electrónica también ha mostrado un escalamiento, pues sus funciones y actividades se han hecho cada vez más complejas, tal como lo muestra el Plan Estatal de Ciencia y Tecnología de Jalisco, 2001-2007 (PECYT-Jal), publicado en 2003, que busca integrar a la industria electrónica con el desarrollo de la industria del software.²⁰

Es importante mencionar que el dinamismo en la instalación de empresas de la electrónica en Jalisco fue también resultado del crecimiento de flujos de inversión extranjera directa (IED) en los noventa. Por ejemplo, de 1985 a 1990 la tasa de crecimiento anual de las entradas de IED fue de 23%, mientras que de 1991 a 1995, de 20.8%, pero se incrementó a 40.8% entre 1996 y 1999. Este dinamismo continuó en 2000 pues creció 37.5% respecto de 1999 (CEPAL, 2001; UNCTAD 2005). Jalisco absorbía 21.6% de la IED que captaba México en 1994, mientras que en 1999 esta proporción creció a 39.8%.

El *cluster* de empresas de la electrónica enclavada en la ZMG está conformado por grandes subsidiarias de origen transnacional que han transformado la economía de Jalisco. La generación de empleos y divisas de Jalisco fueron impulsados por las empresas de la electrónica; por ejemplo,

20 A finales de 2006 se creó el Centro de Software, para localizar inicialmente a 36 pymes dedicadas al diseño de software, casi todas de capital nacional-local. Este proyecto forma parte del PECYT-Jal y se puede considerar como una derrama de conocimientos y habilidades gerenciales de la industria electrónica.

la participación de los productos electrónicos dentro de las exportaciones totales de Jalisco llegó a ser de 82.4% en 1998, proporción que disminuyó con la crisis de la electrónica que sufrió la entidad a partir del año 2000 (véase Cuadro 12).

CUADRO 12. Jalisco: Evolución de las exportaciones, 1994-2003
(billones de dólares y tasas de crecimiento)

Año	Exportaciones totales		Exportaciones de electrónicos		Participación
	Valor	TC	Valor	TC	
1994	3.01		1.6		53.1
1995	3.92	30.2	2.1	31.2	53.4
1996	5.05	28.9	3.5	66.7	69.3
1997	6.51	29.0	5.2	48.6	79.9
1998	7.76	19.2	6.4	23.1	82.4
1999	12.27	58.1	9.02	41.0	73.5
2000	14.7	19.8	10.4	15.3	70.7
2001	15.6	6.1	10.4	0.0	66.6
2002	16.2	3.8	10.0	-3.8	61.7
2003	14.4	-0.11	7.9	-21.0	54.8

TC = Tasas de crecimiento

FUENTE: Elaboración propia con base en SEPROE, 2001 y la página electrónica de CADELEC.

Las empresas del *cluster* han tenido un largo proceso de escalamiento productivo y tecnológico. Las más importantes, como IBM y HP, han impulsado el desarrollo de proveedores locales, que han logrado conectarse a la cadena productiva internacional. La industria perdió dinamismo después del año 2000, fenómeno que estuvo asociado a la crisis económica de EUA, la pérdida de competitividad en los salarios de Jalisco, los incentivos que otorga el estado y la aparición de nuevos «jugadores» internacionales, como varios países asiáticos. Aun así, para el año 2005 la industria estaba conformada por 13 empresas que producían productos originales, 14 empresas que operaban por contrato, 28 centros de diseño y más de 380 proveedores especializados. Este *cluster* ilustra los sectores asociados a cadenas globales.

Conglomerado del tequila²¹

Las empresas tequileras, creadas en los siglos XVIII y XIX en México, han seguido estrategias tecnológicas para construir capacidades tecnológicas. Esto explica su expansión y competitividad. La producción del tequila está concentrada en tres empresas con los mayores volúmenes de exportación: Casa Cuervo, Grupo Industrial Herradura, y Sauza. Ellas han construido alianzas y/o fusiones con compañías transnacionales desde los setenta, actualmente tienen acciones de empresas extranjeras.

La internacionalización del tequila comenzó hace varias décadas y no es un fenómeno que se pueda explicar por la globalización. La industria tequilera fue pionera en la apertura comercial antes del Tratado de Libre Comercio de Norte América (NAFTA), cuando aún la política económica en México estaba basada en la sustitución de importaciones y apenas comenzaba la participación de capital extranjero en varias ramas de la economía, particularmente en el estado de Jalisco, principal región tequilera.

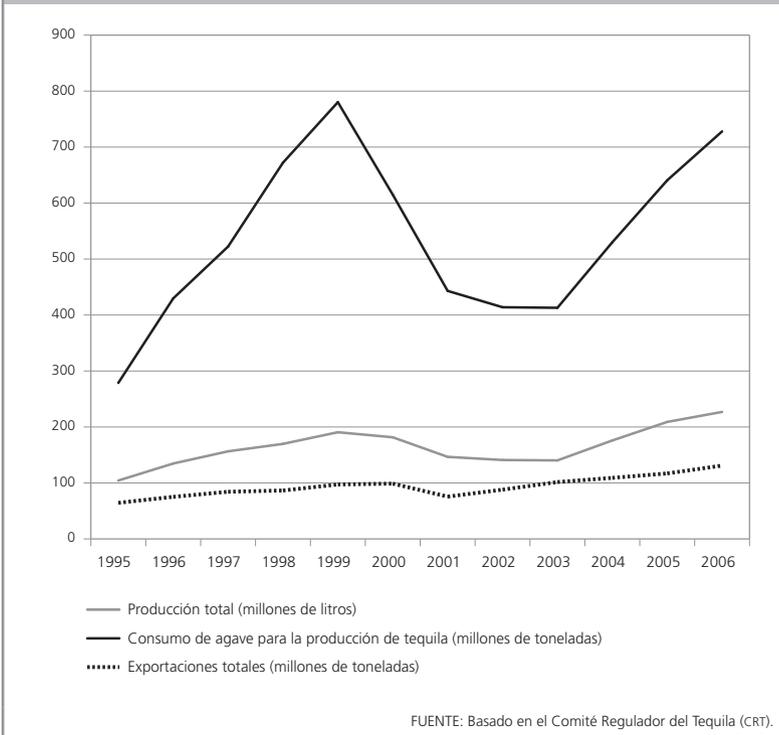
La industria del tequila representa un sector de ventajas reveladas basadas en la agricultura. Ha mostrado aumentos importantes en sus ventas, exportaciones y marcas desde los noventa, los cuales han contribuido al aumento en productividad y competitividad (Gráfica 5). La producción total de tequila aumentó de 1995 a 1999, bajó en el año 2000 y se recuperó desde 2003. Esto es un indicador de los ciclos de producción del agave, situación que está afectando a la industria. Varias empresas están enfrentando esta situación mediante una mejor planeación del cultivo de agave, que antes tomaba diez años en madurar. Actualmente, por medio de la investigación y otras técnicas de cultivo, este ciclo se ha reducido a cinco o siete años.

Desde finales de los sesenta está presente una actividad de exportación del tequila. En 2003 las exportaciones estuvieron dirigidas hacia 68 países: 78% se vendía en EUA, 12% en Europa, y 6% en otros países (CRT, 2003). Se exportó el 72% de la producción total. Durante la última década la tendencia ha sido al aumento en las exportaciones.

En años recientes, la industria del tequila ha sido afectada por varios factores que llevaron a un aumento en los costos del proceso de producción: 1) aumentos en las plagas que afectan al agave, que no han podido ser explicadas científicamente; 2) aumentos en la demanda nacional e internacional de tequila; 3) aumentos considerables en los precios del agave; 4) aumentos en los impuestos pagados por los productores de tequila

21 Basado en Casas (2006).

GRÁFICA 5. Evolución de la producción y exportaciones de tequila, 1995-2007.
(40% vol. alcohol)



debido a cambios en las medidas fiscales en 2002; y 5) grandes presiones sobre las empresas tequileras para competir a nivel internacional, por lo que éstas tienen que adoptar estándares de calidad y mejorar sus capacidades organizacionales y tecnológicas.

La producción del tequila depende de una combinación de cinco bases tecnológicas: tecnología agrícola, fermentación, molienda, destilación y maduración. Las características de estas tecnologías, así como la formulación multicentenaria del tequila, han cambiado a través del tiempo. Algunas tecnologías originales han sido modificadas y la Norma Oficial para el Tequila también ha cambiado desde su primera versión de 1949, con siete modificaciones hasta 1994. La industria tequilera ha atravesado distintas fases de acuerdo a sus procesos productivos y tecnológicos que se encuentran sintetizados en el Cuadro 13. Con la excepción de la fase de hidrólisis, las demás tecnologías del proceso productivo del tequila son derivadas de los procesos correspondientes a otras bebidas alcohólicas,

principalmente las del brandy y el ron, así como de otros procesos industriales, tales como el de la industria de la caña de azúcar.

El dinamismo tecnológico de este sector comenzó como resultado de su etapa de internacionalización, cuando las exportaciones empezaron a incrementarse a mediados de los setenta. Tal dinamismo se hizo más relevante a finales de los noventa debido al *boom* del tequila a nivel nacional e internacional.

CUADRO 13. Evolución de la industria tequilera: proceso productivo, tecnología y mercados	
Etapas	Evolución
Etapa 1: 1600-1870	Agricultura: colección de agave silvestre. Proceso de producción: manual. Mercados: consumo local.
Etapa 2: 1870-1977	Agricultura: Bajos niveles de inversión. Selección de plantas de agave. Proceso de producción: Tecnologías basadas en hidrólisis, extracción de azúcar y fermentación. Mercados: regional y nacional.
Etapa 3: 1977-1997	Agricultura: Inversión media en plantaciones de agave. Proceso de producción: Grandes destilerías. Mercados: nacional e internacional.
Etapa 4: 1997-	Agricultura: Altos niveles de inversión; agricultura intensiva: monocultivos, micropropagación y mejora de plantas. Proceso productivo: mejoras tecnológicas en la extracción de azúcares, fermentación y destilación; fase productiva integrada con la fase agrícola. Mercados: incremento en exportaciones.

FUENTE: Adaptado de Del Real (2004).

La estrategia de acumulación de capacidades tecnológicas de las empresas está influenciada por factores internos y externos a la organización, tales como:

- I. Alianzas y fusiones: las tres empresas construyeron alianzas comerciales con consorcios internacionales durante los sesenta y setenta (Grupo Cuervo/Diageo Group; Sauza/Domecq; Herradura/Osborne). La creación de alianzas y redes con proveedores, IES y CPI también representa una parte de la estrategia de negocios de las empresas en cuestión. Los procesos de alianzas, riesgos compartidos y adquisiciones dentro de la industria del tequila fueron acen-

tuados con el proceso de globalización de las economías durante los noventa. Esto ha permitido que algunas empresas mexicanas coloquen sus productos en el mercado internacional, permitiendo que el tequila sea conocido internacionalmente; esto también dio lugar a una modernización del equipo y al desarrollo de una nueva cultura organizacional.

2. Estrategia de diversificación: Cuervo también produce vodka, ron, ginebra, y otras bebidas; Herradura está produciendo y comercializando bebidas carbonatadas.
3. Concepciones distintas del proceso productivo y de la orientación operativa, pero con una preocupación por la calidad del producto. La concepción varía desde el respeto por las fases tradicionales y los controles de calidad para garantizar la calidad del producto, hasta la completa modernización y optimización de procesos para asegurar altos niveles de producción y recorte de tiempo y costos. Cuervo ha optado por desarrollarse en ambas direcciones. Sauza también se ha movido hacia un proceso productivo basado en el criterio de cantidad, bajos costos y logrando entregas expeditas del producto, pero combinando lo anterior con productos de buena calidad. La concepción de Herradura sobre el proceso productivo también presenta ambas características. Sin embargo, la orientación hacia la calidad se observa en la producción del tequila, mientras que las orientaciones hacia grandes escalas y la modernización de procesos son parte del proceso productivo de las bebidas carbonatadas de tequila.
4. La combinación de tecnologías o mezcla tecnológica: dadas las cinco bases tecnológicas sobre las que recae la producción del tequila, a través del tiempo cada empresa ha definido una combinación específica de tecnologías.
5. Capacidades formales de I+D: las tres empresas han adoptado una política de investigación científica y tecnológica, ya que estas actividades son concebidas como una fuente de competitividad. Actualmente estas empresas tienen áreas específicas, organizadas de distintas maneras para estas actividades; las empresas están interesadas tanto en investigación básica como aplicada, lo cual se explica por la visión a largo plazo y la estrategia prospectiva que están adoptando. El caso de Herradura es particularmente relevante en cuanto al desarrollo de capacidades de investigación, reflejado en

una clara definición de las líneas de investigación, las características de los recursos humanos incorporados a los laboratorios, y la calidad de la infraestructura que se ha adquirido.

6. Cultura organizacional y entrenamiento: estas empresas, cada una vinculada de forma diferente a consorcios internacionales y compitiendo en mercados internacionales, han sido influenciadas por una nueva cultura organizacional que está transformando la manera de trabajar dentro de la empresa. Las tres han diseñado distintos mecanismos internos para el entrenamiento de sus recursos humanos, con el objetivo de atender a las necesidades de la empresa al introducir los cambios requeridos.
7. Fuentes externas de conocimiento: vale la pena subrayar la fuerte relación que tienen las tres empresas con sus proveedores de equipo y maquinaria. El diseño o rediseño del equipo es una actividad desarrollada en conjunto con los proveedores. Las interacciones con IES y CPI han sido construidas a lo largo del tiempo y, en años recientes, han sido estimuladas por demandas específicas por parte de las empresas. En 2003 Sauza implementó un proyecto de colaboración con CIMAT para administrar los recursos forestales (planta de agave) y aumentar su competitividad a nivel internacional. El proyecto recibió el Premio de Innovación por parte de ADIAT.

Industria de maquinados industriales: derramas de conocimiento y capacidad de absorción²²

Se ha ido creando un consenso creciente sobre la relación existente entre las derramas de conocimiento de las grandes empresas y las capacidades de absorción (CA) de las pymes.²³ El análisis realizado en el sector de maquinados industriales en una localidad mexicana proporciona evidencia sobre esta relación. La industria de maquinados industriales en la localidad de Querétaro puede ser definida como un sector tradicional que está principalmente integrado por microempresas (94%), pequeñas (3.3%) y empresas medianas (2.3%). El sector cuenta con más de 2,000 empleados y sus ventas anuales son del orden de 49 millones de dólares.

En lo que se refiere a la formación de empresarios y empleados, se encontró que tienen una baja formación profesional en ingeniería. De hecho sólo

22 De Fuentes y Dutrénit (2007).

23 La Sección 8.1.2 define el concepto de CA.

173 empresarios y empleados habían obtenido algún grado de ingeniería, lo que representa menos de un ingeniero por empresa. En lo que se refiere a la tecnología incorporada en el equipo, se encontró que la mayor parte de los equipos utilizados son de tipo convencional, esto es, la mayoría de las empresas no cuentan con sistemas CN (control numérico) y CNC (control numérico computarizado) para producir productos complejos, y solamente una proporción pequeña de empresas ha introducido sistemas CAM para producción programada. Sus principales productos son engranes, flechas, moldes y herramientas de corte. El sector tiene bajas capacidades de innovación, ya que menos del 40% de las empresas manifestó haber realizado innovación de producto, y menos del 30% introdujo alguna innovación de proceso. Además la mayoría de las innovaciones desarrolladas por las empresas de este sector son sólo a nivel de empresa. Las bajas capacidades de innovación constituyen una fuerte barrera que impide el desarrollo de productos más complejos.

Derramas de conocimiento

Las derramas de conocimiento ocurren cuando una parte del conocimiento generado por una organización se derrama más allá de sus fronteras organizacionales y se hace accesible a las demás empresas. El mecanismo de derrama del conocimiento de las grandes empresas que fueron analizadas está relacionado con: 1) vínculos de proveeduría; 2) acumulación de capital humano y movilidad; y 3) efectos de capacitación.

- *Vínculos de proveeduría.* Las derramas de conocimiento a través de vínculos de proveeduría pueden incrementar de dos maneras las capacidades de las pymes: 1) los clientes establecen vínculos de apoyo a empresas proveedoras, aumentando directamente sus capacidades; y 2) los clientes presionan a los proveedores de forma que se vuelven más eficientes en sus esfuerzos por producir los insumos que requieren para responder a las demandas de calidad, cantidad, tiempo de entrega y precio por parte de las grandes empresas (Jordan, 2005). Este es el mecanismo más importante para la derrama de conocimiento por parte de las grandes empresas, el cual puede ser explicado debido al hecho de que las pymes son fuertemente influenciadas por sus clientes. Las pymes analizadas tienen una relación promedio de seis años con sus clientes, aunque no es común ver que estas pymes establezcan contratos formales con los clientes, lo cual hace difícil que alcancen un alto nivel de certidumbre. Las derramas de conocimiento más comunes relacio-

nadas con los vínculos de proveeduría en este caso son: el acceso a las instalaciones de las grandes empresas; actividades conjuntas para aumentar la calidad del producto, y la transferencia de capacidades de diseño y producción.

- *Acumulación de capital humano y movilidad.* Este mecanismo está asociado con el desarrollo de las habilidades de los empleados locales. Las grandes empresas incrementan su acervo de capital humano al aumentar las habilidades de sus empleados. Cuando los empleados se mueven a otras empresas; se llevan consigo nueva tecnología y habilidades gerenciales, es así que actúan como agentes directos de la transferencia tecnológica (Chung *et al.*, 2002; Vera-Cruz y Dutrénit, 2005). Hay dos tipos de derramas de conocimiento que ocurren a través de la movilidad del capital humano pertinentes para este análisis: 1) las pymes contratan a empleados altamente calificados por las grandes empresas, y 2) los empleados que son entrenados en las grandes empresas establecen sus propias empresas.

La mayoría de los propietarios de pymes de maquinados industriales de Querétaro han tenido una experiencia, en promedio, de 18 años en otras organizaciones. Sus experiencias han sido principalmente en actividades de producción, calidad y mantenimiento. Un pequeño porcentaje de los propietarios de pymes han tenido experiencia como gerentes. Las actividades gerenciales están ligadas con mayores niveles de responsabilidad y transferencia de conocimiento, lo cual significa que los propietarios con experiencia gerencial previa adquieren mayores capacidades. A diferencia de lo explicado por otros autores con relación al mecanismo de la movilidad del capital humano (Görg y Greenway, 2001; Vera-Cruz y Dutrénit, 2005), en el caso de Querétaro el factor que ha tenido menor impacto (en ciertos casos hasta una relación negativa) es el relacionado con la movilidad de los propietarios. Las variables analizadas: años de experiencia en otras empresas, experiencia en grandes empresas, experiencia en puestos gerenciales medios, y cursos de entrenamiento en otras empresas, no ayudan a explicar la derrama de conocimiento a través de la movilidad de los propietarios. La movilidad de los propietarios no es un factor importante del mecanismo de derrama debido al hecho de que hay un pequeño porcentaje de dueños con experiencia profesional, lo cual hace difícil que puedan desarrollar actividades de alto nivel en las grandes empresas;

asimismo, es más difícil que absorban el conocimiento tácito disponible en las grandes empresas, y luego enfrentan dificultades para aplicarlo y codificarlo en sus propias empresas. Con relación a los empleados de las pymes, casi el 39% han tenido experiencia en grandes empresas. El factor de la movilidad de los empleados es importante para explicar las derramas de conocimiento de las empresas, esto quiere decir que el conocimiento adquirido por la experiencia pasada de los empleados es un mecanismo decisivo para las derramas de conocimiento.

- *Efectos de capacitación.* Las derramas de conocimiento asociadas con la capacitación se refieren los empleados de las pymes que son capacitados por los clientes (Kinoshita, 2000). En el sector y la localidad analizada observamos que las grandes empresas son una importante fuente de capacitación, lo cual representa un mecanismo de derrama de conocimiento fundamental; casi un 43% de los empleados han sido capacitados en grandes empresas mientras trabajan en pymes.

Capacidades de absorción de las pymes

Las derramas de conocimiento no pueden ser difundidas de manera homogénea «a través del aire». Es necesario que las empresas locales tengan cierto nivel de CA, la cual está relacionada con el desempeño individual de las empresas (Albaladejo, 2001; Giuliani, 2003 y 2005), y refleja sus capacidades tecnológicas. Los factores analizados para obtener las capacidades de absorción de las pymes están relacionados con: 1) la experiencia y formación de propietarios y empleados; 2) la tecnología incorporada al equipo; 3) capacidades organizacionales; 4) actividades de aprendizaje e innovación; y 5) vínculos establecidos con agentes locales.

- *Capacidades organizacionales y actividades de aprendizaje e innovación.* Estos dos factores son los que tienen el mayor impacto sobre las CA, y están fuertemente relacionadas con la experiencia de los propietarios y empleados.
- *Experiencia y formación de propietarios y empleados; tecnología intrínseca al equipo, y vínculos establecidos con otros agentes locales.* Estos factores tienen menor impacto para explicar las CA de las pymes de maquilados de Querétaro. La ligera relación con los vínculos establecidos con otros agentes locales puede deberse al hecho de que las pymes tienen bajas capacidades, y es difícil que establezcan mayores niveles de vinculación.

Las pymes en la industria de maquinaria han acumulado distintos niveles de CA. Su grado de acumulación las ha posicionado en diferentes niveles de competitividad. El sector puede ser dividido en cuatro *clusters* de acuerdo a sus CA. Conglomerado 1: empresas consolidadas con potencial para producir productos complejos. Conglomerado 2: empresas innovadoras consolidadas con recursos humanos altamente calificados. Conglomerado 3: empresas tradicionales con potencial para fortalecer sus capacidades. Conglomerado 4: empresas tradicionales con capacidades de producción básicas. Las principales características de cada conglomerado están resumidas en el Cuadro 14.

Relación entre las derramas de conocimiento y las capacidades de absorción

De acuerdo con el sector y la localidad analizados, hay una relación positiva y fuerte entre las derramas de conocimiento de las grandes empresas y las CA de las pymes. Desde esta perspectiva, las políticas públicas a nivel regional deberían considerar el fomento de las CA, pero se deben diseñar políticas específicas para cada conglomerado. Además de estas políticas, es necesario que se diseñen esquemas para promover vínculos más fuertes entre los agentes locales y las pymes.

Para fortalecer las CA de las pymes es necesario que se refuercen sus capacidades organizacionales, innovadoras y de aprendizaje, ya que estos factores son los de mayor importancia para las CA de las pymes. Las capacidades organizacionales y las actividades innovadoras y de aprendizaje están fuertemente relacionadas con la experiencia de los propietarios y empleados. Desde este punto de vista, es importante que el diseño de los cursos de capacitación esté enfocado al fortalecimiento de estas capacidades. Para fortalecer las derramas de conocimiento de las grandes empresas es importante que se incremente el grado de vinculación entre las grandes empresas y las pymes, debido a que el mecanismo de vinculación proveedor-cliente fue el más importante para las derramas de conocimiento en este sector.

8.1.4.2 Comparación de sus características básicas

El Cuadro 15 describe un conjunto de características de los *clusters* analizados, tales como el tipo de empresas involucradas, el tipo de vínculos academia-empresa, el uso de instrumentos de la política de CTI, entre otros.

La evidencia presentada sugiere que se han desarrollado algunos entrecruzamientos regionales-sectoriales donde es factible observar la configuración de sistemas de innovación (por ejemplo, Jalisco, Nuevo León, Guanajuato y Baja California).

CUADRO 14. Principales características del cluster

Principales características	Conglomerados				
	1	2	3	4	Total
Número de empresas	13	10	31	51	110
% de propietarios con grado de licenciatura	76.9%	60.0%	29.0%	23.5%	36.4%
Número de empleados	172	467	154	222	1,077
% de empleados con grado de ingeniería	7.6%	7.7%	5.8%	5.0%	6.8%
Ingenieros por empresa (incluye el propietario)	1.5	3.9	0.5	0.4	0.9
Experiencia de empleados por empresa en CNC	1.8	0.6	0.3	0.3	0.6
Experiencia de empleados por empresa en CAM	0.5	0.4	0.1	0.0	0.2
Tecnología incorporada en equipos					
Equipos convencionales por empresa	5.5	4.5	4.3	3.6	4.1
Equipos CN por empresa	1.3	0.4	0.0	0.2	0.4
Equipos CNC por empresa	1.2	0.6	0.1	0.1	0.3
% de empresas que usan CAM para programar	77.0%	30.0%	0.0%	4.0%	16.0%
% de empresas que establecieron contratos formales con clientes	30.8%	10.0%	12.9%	11.8%	15.5%
Innovaciones de producto por empresa	0.4	1.1	1.8	0.6	1.9
Innovaciones de proceso por empresa	0.7	1.0	0.8	0.4	1.3
Ventas anuales (en dólares)	3,155,000	2,150,000	5,397,300	3,213,700	14,420,000
Ventas promedio por empresa (en dólares)	262,916	215,000	179,910	68,376	138,653

NOTA: Innovaciones en producto y proceso tienen el grado de novedad a nivel de las empresas, aunque ya existan en el mercado nacional.

FUENTE: Elaboración propia con datos de la encuesta aplicada a pymes del sector de maquinados industriales en Querétaro, México, UAM-X, 2005. Muestra: 110 empresas.

CUADRO 15. Características de <i>clusters</i> exitosos									
Conglomerados	Perfil productivo	Tipo de empresa	Resultados principales	Actividades de I+D	Vínculos academia-empresa	Uso de instrumentos de PCTI	Otro apoyo del gobierno	Integración de proveedores locales	Uso de conocimiento internacional
Jitomate	3	Productores	Aumento de ventas y exportaciones		Vínculos de investigación	Fondos competitivos de las Fundaciones Produce	Procampo		
Software	5	Pymes	Aumento de ventas, socialización de conocimiento tácito		Vínculos de capacitación		PROSOFT		X
Electrónica	1	Subsidiarias de EMN y pymes	Exportaciones, surgimiento de otro <i>cluster</i> (software)	X	Vínculos de investigación y capacitación	Incentivos fiscales	Apoyo del gobierno de la región	X	X
Tequila	3	Empresa nacional grande y EMN	Exportaciones	X	Vínculos de investigación	Incentivos fiscales			A través de alianzas y empresas conjuntas
Industria maquiladora	5	Pymes	Aumento de ventas				Algunos programas de la Secretaría de Economía	X	

FUENTE: Elaboración propia basada en los estudios de caso (véase Cuadro 1).

8.1.5 Limitaciones para el desarrollo de las capacidades de absorción

A partir de los estudios de caso de empresas y *clusters* exitosos, y de otros trabajos basados también en evidencia empírica, esta sección lista las principales limitaciones y cuellos de botella con respecto a la CA observados en el caso de México.

- Limitada disponibilidad de recursos humanos altamente calificados en las localidades.
- Problemas de propiedad intelectual que desalientan los vínculos entre la academia y el sector empresarial.
- Inestabilidad de la estrategia tecnológica de las empresas debido a la carencia de una visión sobre el papel que la tecnología puede tener en la competitividad.
- Interacciones débiles entre agentes del sistema de innovación a nivel local y nacional.
- Carencia de una masa crítica de investigadores y una reducida demanda por conocimiento de frontera en el sector empresarial.²⁴
- Un proceso lento de designación de gerentes mexicanos en las subsidiarias de las EMN; los gerentes mexicanos tienden a usar más distribuidores mexicanos y establecer vínculos con IES y CPI para desarrollar capacidades locales.

24 Dutrénit, Vera-Cruz, Álvarez y Rodríguez (2003) argumentan que la mayoría de las empresas domésticas que desarrollan actividades de I+D en México, como en otros países en vías de desarrollo, economías en transición e incluso economías emergentes, optan por estrategias de seguidoras, en otras palabras, las actividades de I+D predominantes son aquellas centradas en la diferenciación de tecnologías. Esta naturaleza de las actividades de I+D influye en los vínculos entre el sector empresarial e IES y CPI. Las empresas mexicanas demandan mucho conocimiento para mejorar productos y procesos que ya son conocidos a nivel internacional, en vez de demandar conocimiento novedoso. Por lo tanto, esta demanda no genera un estímulo para el progreso de la ciencia en estos países, y no contribuye al aprendizaje necesario de las IES y CPI asociado a la articulación con usuarios avanzados que siguen estrategias de liderazgo tecnológico. Como resultado, las subsidiarias de EMN y las grandes empresas domésticas tienen dificultades para interactuar con IES y CPI, particularmente debido a la falta de una masa crítica de capacidades de investigación local.

- Las subsidiarias están atadas a las estrategias de las oficinas centrales de las EMN.²⁵
- Carencia de proveedores domésticos altamente competitivos para poder participar en cadenas globales.
- Carencia de habilidades gerenciales por parte de los propietarios de pymes.
- Carencia de capital de riesgo.
- Dificultades para acceder a capital para financiar nuevos proyectos.

8.1.6 Factores que explican el éxito o fracaso

A partir de los estudios de caso de empresas y *clusters* exitosos, y de otras evidencias, esta sección lista y discute los principales factores que explican el éxito o el fracaso de los procesos de acumulación de CA.

- Habilidades de liderazgo y gerenciales de los propietarios de las pymes para diseñar e implementar un plan de negocios.
- Políticas de mercado agresivas.
- Proximidad geográfica con el mercado estadounidense.
- Proyectos conjuntos de empresas nacionales con empresas extranjeras para acceder al mercado del conocimiento.
- Vínculos entre el sector productivo y el sistema científico.
- Políticas de CTI e industriales orientadas hacia la promoción de redes y *clusters*, y la cooperación entre diferentes agentes.
- Atracción de centros técnicos de EMN.

25 Dutrénit y Vera-Cruz (2007a) argumentan que la acumulación local de capacidades tecnológicas por subsidiarias de EMN tiene ciertas restricciones. Existen al menos dos lógicas diferentes: local y global, las cuales corresponden al nivel de la planta y del corporativo respectivamente. Se pueden identificar estrategias explícitas o implícitas en estos niveles, las que coexisten, interactúan y compiten. En los países anfitriones, como México, predomina una lógica local a nivel planta que está relacionada con sus necesidades de supervivencia. Las subsidiarias pueden seguir estrategias implícitas principalmente para desarrollar actividades tecnológicas y así fortalecer algunas de sus áreas de experiencia. En contraste, a nivel corporativo predomina una lógica global que busca que las actividades productivas y de I+D sean tales que se reduzcan los costos globales, se atienda a mercados regionales, se sostengan competencias tecnológicas, etc. La disputa entre la lógica local y global afecta el proceso local de acumulación. En ciertas circunstancias, particularmente asociadas con presiones del mercado y dificultades financieras, las decisiones globales se imponen sobre las locales. Esto obstaculiza el proceso local de acumulación de capacidades tecnológicas.

- Atracción de líneas de negocios globales y no sólo de plantas de producción.
- Dificultades para completar el proceso de transición desde la construcción de una base mínima de conocimiento hasta competir a partir de capacidades estratégicas.²⁶ Aunque las empresas pueden moverse rápidamente de tener capacidades de operación rutinarias a construir capacidades tecnológicas innovadoras, confrontan mayores dificultades para moverse hacia adelante y construir capacidades innovadoras avanzadas, particularmente capacidades estratégicas. En otras palabras, existen dificultades para completar el proceso de transición hacia competir con base en el conocimiento. Un reto importante es construir las primeras capacidades estratégicas y de liderazgo tecnológico en ciertas áreas.
- Estrategias tecnológicas de seguidores y dificultades para construir el liderazgo.²⁷ Las empresas que se encuentran en un contexto de rezago o atraso (*latecomers*), como muchas de las mexicanas, no compiten en la frontera tecnológica. Se encuentran en la etapa de construcción de una mínima base de conocimiento y su actividad innovadora está principalmente centrada en adaptar y asimilar tecnologías que ya han sido probadas a nivel internacional, y diferenciar tecnologías y productos ya existentes para introducirlos en los mercados propios o para competir sobre la base de reducir costos. En este sentido son seguidoras, pero no son las segundas en introducir las innovaciones en el mercado internacional; de hecho, frecuentemente observan grandes retrasos. Muchas de estas empresas también necesitan llevar a cabo actividades de I+D para sostener su estrategia tecnológica, pero tomando la frontera tecnológica como dada. Hay un grupo de empresas *latecomer* que han dejado la situación recién descrita y ya han dado un salto. Combinan estrategias de seguidores rápidos con estrategias ofensivas en algunos de sus productos. Estas empresas se encuentran en el proceso de transición y deberían acelerar el paso para construir capacidades estratégicas, pero para esto deben llevar a cabo distintos tipos de actividades de I+D que sostengan estas dos diferentes estrategias. Deben aprender cómo mantener márgenes bajos en la primera y obtener márgenes altos en la segunda, pero para esto último deben

26 Basado en Dutrénit (2004).

27 Basado en Dutrénit (2004 y 2008).

asumir los costos asociados con el riesgo, el desarrollo de múltiples líneas de investigación y la construcción de bases de conocimiento complejas. Estas empresas deberían mantener una estrategia tecnológica dual, ya que están en un contexto particular —el proceso de transición—, lo cual hace que la gestión estratégica sea una actividad más compleja. Así, uno de los principales retos de estas empresas es gestionar la dualidad de la estrategia tecnológica para mantener el liderazgo en algunos productos.

- La inestabilidad del contexto afecta el proceso de creación de conocimiento.²⁸ Varios autores argumentan que el contexto, en el caso de América Latina, es un factor importante para entender las dificultades observadas por las empresas y los países para seguir una trayectoria de aprendizaje e innovación. Después de varias décadas de protección económica —que no estimuló un comportamiento innovador—, durante los ochenta y comienzos de los noventa, el contexto mexicano, así como el latinoamericano en general, han estado caracterizados por la inestabilidad macroeconómica, distorsiones macroeconómicas y un cambio radical en el contexto económico desde mediados de los ochenta. Esto ha generado un alto nivel de incertidumbre y, combinado con la carencia de visión por parte de la alta gerencia de muchas empresas con respecto al papel que juega la tecnología en la competitividad, ha tenido un enorme impacto sobre el comportamiento tecnológico de las empresas. Así, muchas optaron por estrategias de corto plazo sin valorar apropiadamente aquellas de largo plazo, lo cual afecta el proceso de aprendizaje asociado con las actividades de I+D y el proceso de creación de conocimiento. Esto complica el despliegue de capacidades estratégicas.
- Capacidades de CTI nacionales limitadas.²⁹ Aunque los determinantes micro son cruciales para explicar la construcción de capacidades tecnológicas por las empresas, las capacidades nacionales de CTI también importan. Hay suficiente evidencia sobre los agentes clave y sus funciones en los SNI, y recientemente también se ha abierto la discusión sobre la necesidad de la co-evolución entre arenas, tales como: tecnología, industria e instituciones (Nelson, 1995b), entre industrias e instituciones nacionales (Murray, 2002),

28 Basado en Dutrénit (2004).

29 Dutrénit, Puchet, Sanz, Teubal y Vera-Cruz (2007).

entre industrias y disciplinas académicas (Murmam, 2003), etc. En relación con los desbalances entre estas arenas en los países de desarrollo, se puede argumentar que la co-evolución entre ciencia y tecnología e innovación es fundamental para sostener innovaciones basadas en el conocimiento y entrenar recursos humanos; ambas actividades son requeridas para el tránsito hacia el proceso de desarrollo de muchos países. Recientemente, algunas economías emergentes también reportan desbalances en estos campos. La evidencia muestra que el conocimiento producido por universidades y laboratorios de I+D públicos de algunos países es usado por empresas de otros países; en otras palabras, hay un mercado internacional del conocimiento. Sin embargo, las interacciones más fructíferas siguen ocurriendo en espacios nacionales, e inclusive en espacios regionales, como se ilustra en la literatura sobre la internacionalización de las actividades de I+D (Patel y Pavitt, 2000; Narula, 2003). Con respecto a los países en desarrollo, y a las economías emergentes y en transición, se observan dos tipos de desbalances. Primero, las capacidades nacionales de innovación han evolucionado más rápido que las científicas, lo cual parece ser el caso de Asia. En estos casos, es necesario fortalecer las capacidades científicas para contribuir al apoyo de las capacidades innovadoras ya construidas. Segundo, las capacidades científicas están más desarrolladas que las de innovación; las últimas no generan procesos de *catching up* ni un estímulo para el desarrollo de una ciencia más orientada hacia la solución de problemas, como es el caso de muchos países en desarrollo, tales como México y Brasil, y muchas economías en transición (véase el Capítulo 10).

- Limitados vínculos a nivel local y regional y la existencia de una fuerte heterogeneidad entre las empresas limitan la CA de las derramas de conocimiento. Aunque la actividad innovadora de las empresas depende fuertemente de los procesos de aprendizaje tecnológico y de la construcción de capacidades tecnológicas, estos procesos están influenciados por el SNI y por el tipo de vínculos creados entre los agentes en contextos específicos. En México, la presencia de subsidiarias de EMN y de grandes empresas nacionales en algunas localidades genera condiciones para derramas de conocimiento, asociadas con la disponibilidad y flujo de una masa de trabajadores calificados, la circulación de nuevas ideas de empresa a empresa debido a la proximidad social y geográfica, los vínculos de proveeduría, etc. Sin

embargo, las pymes deberían construir CA para beneficiarse del conocimiento derramado. La evidencia en el caso de México muestra que eso no sucede. Más aun, las particularidades regionales-locales contribuyen a veces a crear ambientes y relaciones que favorecen la innovación y la absorción de las derramas de conocimiento, mientras que en la mayoría de las regiones los ambientes y las relaciones desarrolladas hacen más lento este proceso o incluso no lo favorecen. Políticas orientadas hacia la promoción y fortalecimiento de los vínculos entre empresas e instituciones locales a nivel local y regional podrían contribuir a la reducción de las asimetrías entre las empresas, facilitar la comunicación y cooperación entre los agentes y empujar hacia adelante el proceso de construcción de capacidades a nivel empresa.

8.2 Características de la vinculación academia-sector empresarial

Esta sección presenta diferentes dimensiones de análisis sobre los vínculos entre la academia y el sector empresarial: evidencia empírica de 11 grandes empresas nacionales que ilustra la naturaleza y algunas características de esta vinculación; otras experiencias recientes; la opinión de agentes clave del SNI sobre el estado de la vinculación en México; los cambios introducidos en los últimos años en las leyes y reglas que favorecen el establecimiento de vínculos; así como algunas experiencias recientes de incubación de empresas y de parques científicos y tecnológicos.

8.2.1 Evidencia parcial sobre el alcance de los vínculos³⁰

El análisis de 11 proyectos de colaboración entre empresas mexicanas grandes e instituciones académicas permite ilustrar las características de los vínculos academia-sector empresarial en México. Los proyectos colaborativos han implicado interacciones formales e informales entre la academia y el sector productivo, teniendo como objetivo la movilización del conocimiento científico y/o tecnológico para resolver problemas específicos.

30 Basado en Casas (2005).

Las empresas están ubicadas en los estados de Nuevo León y Coahuila, caracterizados por un desarrollo industrial dinámico y donde se encuentran algunos de los grandes grupos nacionales más importantes, tales como: Cemex, Vitro, Hylsa, Peñoles, entre otros. Estos estados también poseen algunas de las IES y CPI más importantes de México, tanto públicas como privadas. Los estudios de caso considerados se encuentran dentro de tres campos de conocimiento caracterizados por una fuerte orientación hacia la industria: materiales, polímeros y metalurgia.

Con respecto a los objetivos de estas colaboraciones (Cuadro 16), predominan la mejora de procesos y productos (proyectos pedidos por Cip-Comex, Enertec, Cemex, Hylsa-Mex, Peñoles, CID-Girsa, Galvak), seguido por la formación de recursos humanos en los campos de interés de las empresas (Cemex, Hylsa-Mex y Vitro) y el desarrollo científico y tecnológico a solicitud de las empresas (Peñoles y Girsa).

CUADRO 16. Colaboraciones academia-empresa: objetivos principales	
Objetivos de la colaboración	Número de casos
Formación de recursos humanos con la academia para resolver los problemas de las empresas	3
Desarrollo de investigación científica y tecnológica propuesta por la academia	1
Desarrollo de investigación científica y tecnológica a solicitud de la empresa	3
Mejora de procesos y/o productos a solicitud de la empresa	4
Total de los proyectos de colaboración	11

FUENTE: Casas (2005) basado en entrevistas.

El objetivo mencionado con mayor frecuencia fue la mejora de procesos y productos, lo cual generalmente involucró actividades de investigación que las empresas solicitaron a la academia. De hecho, las empresas consideradas en este estudio buscaron a la academia para desarrollar investigación precisa con fines de aplicación inmediata así como para el desarrollo de líneas de investigación de acuerdo con los intereses de la empresa en el largo plazo. En seis de los once casos analizados fue la empresa la que tomó la iniciativa de buscar CPI, ya fuera para colaborar en la formación de recursos humanos altamente especializados a nivel de maestría como para llevar a cabo actividades de investigación orientadas hacia nuevos productos y/o procesos o para la mejora de productos y/o procesos ya existentes; en varios casos estos objetivos fueron logrados de manera colectiva.

El Cuadro 17 muestra que, desde la perspectiva de la academia, se compartió más información referente a procedimientos que información científica y tecnológica. La información sobre mercadotecnia fue de poca relevancia en estos casos. Desde la perspectiva de las empresas, la información técnica, así como la información científica y de procedimientos fueron igualmente importantes. El caso de CID-Girsa resulta interesante porque estuvo involucrada información técnica y de procedimientos muy especializada, aunque la información de mercadotecnia lo estuvo en menor grado.

Un aspecto que resalta en el análisis es el peso que tiene el conocimiento codificado y tácito en los proyectos de interacción analizados. El conocimiento codificado es compartido por mecanismos tales como reportes de laboratorios sobre avances en proyectos, impresos o manuscritos, siendo ésta la forma mencionada por 21 de los entrevistados. Sin embargo, la forma más común de intercambio entre la academia y las empresas es en torno al conocimiento tácito. Éste es transmitido o intercambiado a través de ideas, experiencias y habilidades incorporadas en individuos que son adquiridas por medio de la capacitación formal e informal, y que generalmente son intercambiadas a través de relaciones cara a cara entre participantes de la red. Para la academia, las ideas y experiencias son de gran importancia, mientras que para las empresas las habilidades y la experiencia tienen un gran peso.

CUADRO 17. Tipo de información compartida desde la perspectiva de la academia y la empresa		
Tipo de información	Academia	Empresa
Mercadotecnia	*	*
Técnica	**	***
Procedimiento	***	***
Científica	**	***

*** Muy importante. ** Relativamente importante. * Poco importante.

FUENTE: Casas (2005) basado en entrevistas.

En relación con los canales para el intercambio de conocimiento (Cuadro 18), las visitas de investigadores académicos o técnicos de empresas, los cursos de entrenamiento organizados por la academia, las residencias estudiantiles y las juntas de organizaciones profesionales fueron enfatizadas por ambos agentes. Los primeros dos aspectos son muy específicos a los proyectos analizados en esta muestra de empresas, ya que son emprendimientos que poseen áreas de I+D. En aquellos proyectos donde

el objetivo principal era contribuir a la formación de recursos humanos de alto nivel (los casos UniCemex, UniVitro y Hytemp-Hylsa), se generó una gran movilidad de personal entre la academia y el sector empresarial, así como una participación activa de los estudiantes y sus maestros en actividades de solución de problemas propuestos por las empresas.

CUADRO 18. Canales para el intercambio de conocimiento en redes de acuerdo a la academia y la empresa		
Canales	Academia	Empresa
Visitas de investigadores de la academia o técnicos de las empresas	***	**
Cursos de entrenamiento organizados por la academia	**	**
Estancias de estudiantes	**	***
Reuniones de asociaciones profesionales	**	**
Congresos académicos en México y el extranjero	*	*
Estancias de investigadores académicos en empresas o de investigadores y técnicos de empresas en la academia	*	*
Cursos de entrenamiento organizados por empresas	*	*
Reuniones de asociaciones empresariales, reuniones sociales, exposiciones, ferias	**	*
*** Muy importante. ** Relativamente importante. * Poco importante.		
FUENTE: Casas (2005) basado en entrevistas.		

En estos casos, para la academia, el resultado más importante se relaciona con la formación de recursos humanos (Cuadro 19), los cuales han sido incorporados como empleados una vez acabados sus estudios e incluso antes de hacerlo, y también aprovechar los acuerdos conjuntos con universidades para la formación de posgrado de los técnicos de las empresas. Otros resultados relevantes son la mejora de procesos y la solución de problemas, en los cuales el principal impacto para la empresa fue el aumento en la competitividad a través de la mejora de costos y calidad (casos de Cip-Comex/UNAM, Hylsa/UANL, Enertec/CINVESTAV-S, y Peñoles/UANL). Para las empresas, sólo la formación de recursos humanos fue importante.

Esta evidencia muestra que aunque la colaboración con los académicos fue importante para las empresas, tuvo pocos resultados en términos de las innovaciones incrementales y radicales así como en mejoras técnicas.

CUADRO 19. Resultados de las colaboraciones de acuerdo a las opiniones de la academia y la empresa

	Resultados	Para la academia	Para las empresas
Generación de conocimiento (tácito y codificado)	Entrenamiento o formación de recursos humanos	***	**
	Desarrollo de investigación científica	*	*
Innovaciones incrementales y radicales	Mejora de procesos	***	*
	Mejora de productos	*	*
	Nuevos procesos o productos	*	*
	Transferencia de tecnología	*	*
Mejoras técnicas en la empresa	Solución de algún problema	**	*
Resultados de interés del gobierno y sociales	Resolución de algún problema social	**	--
	Respuesta a algún problema gubernamental	*	*

*** Muy importante. ** Relativamente importante. * Poco importante.
 FUENTE: Casas (2005) basado en entrevistas.

8.2.2 Experiencias recientes de vinculación

Se han realizado convenios entre el sector público y el sector privado para el desarrollo de proyectos innovadores, destacando los siguientes:³¹

- El CENAM ha firmado convenios con empresas como CENICA, Praxair, Hanna Instruments, Waters, Productos Químicos Monterrey, XEQK-Instituto Mexicano de la Radio (IMER), Telmex.
- El IPN junto con la Fundación Alfredo Harp Helú establecieron un fondo para impulsar el desarrollo de nuevas empresas, con ello se creó la empresa Bioteclin SA de CV, orientada a producir reactivos bioquímicos para la medición de coagulación de sangre.

31 CONACYT (2007b pág. 320).

- El CINVESTAV tiene convenios con varias empresas que realizan proyectos financiados por las mismas, tales como: Programática en Línea SA de CV (programas de software); Galvak SA de CV (uso de aceros); Hylsa (sistema de enfriamiento); Adavox (diseño de un dispositivo auxiliar auditivo), entre otras.
- El Instituto de Investigaciones Eléctricas atendió 56 empresas, de las cuales destacan las siguientes: Cervecería Cuauhtémoc-Moctezuma SA; Asesoría Técnica en Computación SA; Potencia Industrial, SA; e Industrias IEM SA.
- El CIATEQ fomentó la creación de tres empresas de base tecnológica: Omega (giro: ingeniería básica y de detalle, dibujos inteligentes y actividades de campo para recolección de datos), Sistemas Especializados Industriales (giro: desarrollo, fabricación e implantación de sistemas de medición de flujo), Moiplas (giro: diseño, fabricación y comercialización de máquinas, equipos periféricos, moldes y asesoría en desarrollo de productos y procesos para la industria de moldeo rotacional).
- El CICESE tiene un Programa de Empresas Aliadas y Educación Continua que apoya la promoción y la creación de mecanismos que integran esfuerzos, capacidades y recursos de las empresas para la realización de proyectos científicos y tecnológicos de interés común.
- El ECOSUR, a través del programa de vinculación, ha buscado nichos de oportunidad para el desarrollo de empresas propias de la región, como son la agricultura orgánica, la pesca artesanal, el desarrollo de sistemas diversificados y sustentables de producción agrícola, ganadera, forestal y pesquera, el ecoturismo y la captura de carbono.
- En el contexto de la Participación para la Prosperidad México-EUA, los gobiernos de ambos países han promovido vínculos entre empresarios mexicanos y profesionales calificados de origen mexicano en los EUA. En 2004, por ejemplo, más de 650 empresarios y oficiales de los gobiernos de EUA y México llevaron a cabo un taller empresarial en Guadalajara para discutir la competitividad de Norteamérica y explorar las oportunidades de negocios en construcción, finanzas, desarrollo rural, información, tecnología e infraestructura.
- El caso de Probiomed, y los *clusters* de tequila y jitomate descritos en este capítulo muestran evidencia de estos vínculos.

8.2.3 Dificultades para construir vínculos: la opinión de los agentes

Existe claridad en la comunidad de c&t sobre la limitada vinculación academia-sector empresarial. Los funcionarios públicos que tienen a su cargo el diseño de las políticas, y los directivos de las principales IES y CPI en México son conscientes de los pocos vínculos existentes. El FCCT³² ha tomado este tema como prioritario y ha fomentado espacios de discusión al respecto. En 2003 se realizó un seminario de vinculación en Querétaro, y posteriormente este tema fue discutido en el seminario sobre premisas de la PCTI en 2005. La evaluación realizada destaca lo siguiente:

- No existe claridad sobre el impacto de la vinculación academia-empresa en diferentes ámbitos del quehacer científico, económico y social, ni hay un marco promotor de la vinculación.
- Falta institucionalizar la función de vinculación en la academia e instrumentar mecanismos específicos para fomentar la vinculación
- La vinculación academia-empresa para el desarrollo tecnológico requiere de la interacción de investigadores académicos con industriales. Es difícil promover actividades de vinculación si las empresas carecen de investigadores.
- Con relación al tema de la confidencialidad y protección legal del conocimiento *versus* el libre flujo y dominio público de éste, hay diferentes puntos de vista sobre en qué medida el conocimiento debe tener un uso público y por ende debe incentivarse el libre flujo entre quienes lo producen y los agentes interesados en utilizarlo, o deben fortalecerse la confidencialidad y los derechos de propiedad intelectual e industrial. Esta es una discusión compleja, ya que habría que considerar los diferentes marcos institucionales en los que se produce y transfiere el conocimiento. Estos marcos institucionales, así como los objetivos y fines que se persiguen en el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, son elementos importantes para definir cuál de las dos posiciones anteriormente expuestas sería la más adecuada.
- Ausencia de un marco general promotor de la vinculación, y lentitud en la gestión para la colaboración academia-empresa. Se carece

32 En la Sección 2.1.1 se describe la naturaleza y actividades del FCCT.

de un marco general normativo para las actividades de vinculación en las IES y CPI en el país. Existen muchos problemas en estas instituciones para alcanzar una gestión ágil en lo que se refiere a la elaboración de convenios, contratos y otros trámites relacionados con la transferencia de conocimientos. Asimismo, se están presentando problemas relativos a la propiedad intelectual de tesis de posgrado que se realizan con proyectos financiados por las empresas

- Culturas diferentes y desconfianza. Uno de los problemas prioritarios se relaciona con aspectos culturales, se refiere al choque entre dos culturas diferentes —la académica y la empresarial—, que explica en gran medida el poco alcance que ha tenido la relación academia-empresa. Estas culturas difieren en la forma de plantear y aterrizar problemas y proyectos de investigación para solucionarlos. En gran medida, esta falta de acercamiento entre estas dos culturas se basa en una situación de desconfianza mutua. En síntesis, los académicos y los empresarios no han sentido realmente la necesidad de vincularse, tanto por factores culturales como por la poca importancia que las empresas han otorgado al conocimiento como un factor determinante para la competitividad.

8.2.4 Cambios recientes que favorecen una mayor interacción

Durante la última década hubo un cambio gradual en el arreglo institucional de las IES y CPI dirigido hacia la construcción de vínculos con la sociedad: sector empresarial, sector social y necesidades sociales. El discurso de los investigadores, autoridades de IES y CPI, asociaciones científicas (AMC y otras) y otros agentes ha cambiado para incluir la necesidad de la interacción entre agentes y la investigación orientada hacia los problemas.

- La Sección 3.4 describe los cambios recientes en los CPI que favorecen interacciones con el sector empresarial.
- Aunque la estructura de incentivos para los investigadores académicos no favorece la construcción de vínculos con el sector empresarial, algunos de los instrumentos han introducido nuevos incentivos en esta dirección —como se describe en el Capítulo 5—, tales como los fondos sectoriales y mixtos, IDEA, estadías sabáticas dentro de las empresas, redes de innovación, etc.

- Los estímulos fiscales a la I+D han incluido, como uno de los criterios de la convocatoria referente a las actividades del año 2007, proyectos con actividades de vinculación con IES y CPI, donde 20% de los gastos estuvieron administrados por estas instituciones (véase Sección 5.1.2).
- El aumento en los recursos autogenerados por los CPI son resultado de los vínculos. Por ejemplo, para 2006 CIATEQ reportó 75% de recursos autogenerados, CIDESI 57% y FIDERH 51%.³³

8.2.5 Persistencia de un débil desarrollo de incubadoras y parques de C&T

Desde finales de los ochenta ha habido experiencias piloto para el desarrollo de parques científicos y tecnológicos y establecer incubadoras de empresas. La mayoría de los experimentos han fracasado.³⁴ Por ejemplo, el Programa de Incubadora para Empresas Basadas en Tecnología (PIEBT)³⁵ sólo registró 78 casos. El programa especial para promover vínculos academia-industria (PREAM)³⁶ en los noventa, tan sólo tuvo 104 casos en diez años. Recientemente se han fomentado nuevas iniciativas; cinco de ellas son descritas brevemente abajo.

El nuevo parque de tecnología en Monterrey

Monterrey planea convertirse en una ciudad internacional del conocimiento. Una de las estrategias para llevarlo a cabo es atraer centros de investigación y empresas innovadoras, y promover los centros de investigación ya existentes. En este contexto ha establecido el Parque de Investigación e Innovación Tecnológica (PIIT) en un terreno de 70 hectáreas. El objetivo del Parque es vincular la investigación e innovación para facilitar la transferencia tecnológica, atraer empresas extranjeras basadas en tecnología, crear trabajos de alto valor, incubar nuevos negocios y pro-

33 CONACYT (2007b).

34 Corona, Doutriaux y Mian (2006).

35 El objetivo principal de PIEBT era apoyar *start-ups*. El CONACYT brindó el capital y espacio para incubar las *start-ups* en sus primeras etapas, dio consejo administrativo y entrenamiento.

36 PREAM promovió vínculos universidad-industria en apoyo de proyectos de investigación de interés mutuo. Este programa de CONACYT podía incluir la formación de los recursos humanos requeridos para la industria, programas de entrenamiento para actualizar al personal y becas para investigadores interesados en llevar a cabo investigación asociada con la demanda de la industria. Los costos fueron distribuidos entre el CONACYT, universidades participantes y empresas.

mover el desarrollo económico a través de la comercialización de nuevas tecnologías. Ya hay diez CPI u otro tipo de centros de investigación ubicados en el Parque: CIDESI, CIMAV, CINVESTAV, Instituto del Agua de Nuevo León, IDZ (empresa de RFID), *cluster* de software (con 42 empresas de TIC), ITESM (CEDEP, Centro de Investigación y Diseño Estratégico de Producto), UANL (CIIDT: Centro de Innovación, I+D en Ingeniería y Tecnología), entre otros.

Programa para la incubación de empresas basadas en tecnología del IPN

La incubadora se encuentra en el Instituto Politécnico Nacional, cerca del Centro de Investigación e Innovación Tecnológica del IPN (CIITEC) y de la Escuela de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Hasta 2008 tenía diez empresas creadas a finales de los noventa, principalmente por graduados del IPN.

Parque industrial de alta tecnología (Ferrería) en el Distrito Federal

El parque tecnológico y educacional está orientado hacia el diseño y desarrollo de software. Fue creado en 2007 en el Distrito Federal. Tiene un área de 99,534.8 m².

Empresas integradoras de software

En Guadalajara y Baja California se crearon empresas integradas en la industria del software. Tienen apoyo gubernamental y están orientadas hacia la incubación de empresas en el sector. El caso del *cluster* de software en Baja California en la sección 8.1 describe brevemente las características de las empresas integradoras.

El Programa de la Aceleradora de Negocios de Tecnología (TECHBA)

A principios de 2004, el Programa de la Aceleradora de Negocios de Tecnología comenzó como un esfuerzo conjunto del subsecretario de pymes de la Secretaría de Economía y la Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC), como operador del programa. La misión de TECHBA es apoyar la entrada de pymes mexicanas basadas en tecnología al mercado mundial. En 2005, la primera «aceleradora de negocios» (AN) de este tipo comenzó a operar en San José, California, más precisamente en Silicon Valey. Más que una incubadora, la AN busca acelerar comercialmente un negocio establecido en México que ya es considerablemente exitoso, al apoyar su desarrollo en el ecosistema local. Para 2008, además

de la AN operando en Silicon Valey, había otras tres más trabajando en Austin (Texas), Inno-Centre en Montreal (Canadá) y en el Parque Científico de Madrid (España). Hay planes para otra AN en Detroit, enfocada hacia los mercados de automóviles y energía. Las actividades económicas incluyen software, tecnologías inalámbricas, equipos médicos, entretenimiento, biotecnología y otros. Hasta noviembre de 2007, al final de la cuarta convocatoria de solicitudes, había un total de 152 empresas afiliadas al programa, las cuales reportaban ventas por más de 450 millones de pesos mexicanos. 160 pymes habían empezado el proceso de búsqueda de oportunidades de mercado, sentando las bases para una eventual incorporación en cualquiera de las cuatro AN. En 2008 el programa apoyaba a 54 empresas activas. Este caso también es descrito en la Sección 8.3.4.

El desarrollo de canales para la comercialización de la investigación pública es un tema que no ha recibido mucha atención en el pasado. En los últimos diez años, el CONACYT ha observado más interés en generar condiciones para la comercialización de la investigación pública. Los cambios introducidos en la legislación de los CPI, descrito en el Capítulo 3, contribuyen a la generación de canales para la comercialización de investigación pública. El nuevo instrumento IDEA y las presiones sobre los CPI para incrementar sus recursos autogenerados también contribuyen en esta dirección.

El caso de INIFAP ilustra la preocupación por este tema. En el contexto de las reformas recientes llevadas por INIFAP para desempeñarse como un CPI, y particularmente con respecto a la protección de los derechos de propiedad intelectual, en 2004 el Instituto registró la marca «INIFAP» como un medio para apoyar la comercialización de sus productos y servicios. Adicionalmente, y para proteger los intereses de productores rurales locales durante la adquisición de maquinaria y equipo para la agricultura, INIFAP firmó el acuerdo México-Japón para generar manuales de operación, normas de calidad mexicanas con relación a la maquinaria, los laboratorios requeridos para certificar la calidad y un organismo de certificación *ad hoc*. En la práctica, y en cooperación con SAGARPA, esto llevó al registro como marca y el comienzo de las operaciones, en 2005, del Organismo de Certificación de Implementos y Maquinaria Agrícola (OCIMA). En el periodo que va de septiembre de 2005 hasta abril de 2007, el OCIMA otorgó 88 certificados de calidad a un número similar de modelos de tractores agrícolas o implementos. Finalmente, aparte del registro de productos y servicios que el INIFAP ofrece al sector privado para cumplir los requerimientos de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria (COFEMER), desde 2005 han sido

adoptadas nuevas políticas de precios; así los precios pueden ser ajustados para incrementar la competitividad de los productos y servicios derivados de las actividades de investigación del INIFAP.

8.3 Acceso y uso de conocimiento internacional e internacionalización de la I+D

Esta sección presenta evidencia de los diferentes canales usados por empresas mexicanas para acceder al conocimiento internacional, así como algunos programas introducidos por el gobierno para promover estos procesos. La primera sección discute el rango y limitaciones que tienen las subsidiarias de las EMN ubicadas en México para recibir el mandato de crear conocimiento y así tener una participación activa en los procesos de internacionalización de la I+D. La segunda sección presenta evidencia de diferentes estrategias de acceso y uso de conocimiento internacional por parte de grupos corporativos mexicanos: Cemex y Pulsar-Elm. Desde la sección tres hasta la seis, se describen cuatro iniciativas del CONACYT y de otras agencias gubernamentales para promover el acceso y uso de conocimiento internacional: la Red de Talentos, el Programa Acelerador de Negocios (TECHBA), el VII Programa de Marco con EUA y los laboratorios binacionales.

8.3.1 Acumulación local de capacidades tecnológicas por subsidiarias de las EMN y la internacionalización de las actividades de I+D

La literatura destaca dos mandatos para las subsidiarias de las EMN: explotación *versus* creación de capacidades y conocimiento. El mandato para explotar capacidades requiere un reducido nivel de actividades de I+D, las subsidiarias se limitan a adaptar y explotar las capacidades desarrolladas por la empresa en su país de origen. Por el contrario, el mandato para crear capacidades exige que las subsidiarias se dediquen a una cierta área de desarrollo de producto, y que tengan responsabilidad sobre el desarrollo internacional de la estrategia. Este mandato presiona a involucrarse en su propio ambiente local y en redes localizadas dentro de la empresa. Los mandatos de las subsidiarias tienden a ser el resultado de la evolución de éstas, y esta evolución depende de una combinación entre la iniciativa

local y la asignación del corporativo (Birkinshaw y Hood, 1998). Si desarrollan capacidades y se enraizan en sistemas locales, entonces hay más posibilidades de que pasen a desarrollar actividades de exploración y se apropien de mayor valor agregado localmente.

Las subsidiarias en México se ubican más en el primer mandato, por lo que se pierde la oportunidad de que puedan enraizar en los sistemas locales y se pueda absorber otro tipo de derramas de conocimiento que se logran generar. Sin embargo, algunas subsidiarias están evolucionando. La evidencia sobre los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas en tres subsidiarias sugiere:³⁷

- Los procesos de acumulación difieren en cada línea de negocios, dadas las especificidades del proceso de acumulación interna y la estrategia corporativa de la empresa global.
- A medida que las plantas van aprendiendo, van incursionando en actividades técnicas con mayor grado de innovación y desarrollando capacidades tecnológicas innovadoras.
- Los procesos de aprendizaje en las plantas llevan a la acumulación de capacidades tecnológicas localmente y a un acercamiento de las funciones de producción y tecnología.
- La acumulación local es condición necesaria pero no suficiente para que las empresas globales decidan transferir las actividades técnicas hacia México; la lógica global prima sobre la acumulación interna de capacidades tecnológicas.
- Las maquilas no son empresas, inicialmente eran plantas, y como tales aprendieron y acumularon en las funciones relacionadas con las plantas.
- Las matrices mantienen el poder de decisión sobre la función técnica centrada en productos (diseño e I+D), vinculación interna, y en los vínculos con los proveedores de material directo correspondientes a la función de vinculación externa.
- En algunas maquilas se evolucionó en el sentido de atraer líneas de negocios globales, lo cual permitió acumular en las funciones

37 Dutrénit, Vera-Cruz, Arias, Sampedro y Urióstegui (2006). Este trabajo se basa en una taxonomía de capacidades tecnológicas que identifica cuatro niveles, capacidades operativas rutinarias, y capacidades innovadoras básicas, intermedias y avanzadas. Se analizan estos niveles por funciones técnicas, las que cubren las actividades tecnológicas más importantes: inversión, producción (centrada en productos o procesos), y vinculación externa e interna.

técnicas relacionadas con innovaciones de producto, vinculación interna y vinculación externa.

- El desarrollo de habilidades gerenciales del personal mexicano ha sido lento. En la medida en que asumen cargos de mayor responsabilidad en las subsidiarias, tienden a fortalecer el desarrollo de actividades técnicas de mayor innovatividad en las mismas e integrar proveedores locales.
- La limitada vinculación externa está asociada a:
 - la ubicación del centro de decisión sobre factores clave fuera de la localidad;
 - el perfil productivo de las actividades de las plantas, que ha demandado mayormente vínculos para la capacitación;
 - las debilidades del sistema productivo y de innovación local, que no tiene capacidad para responder a vínculos para la innovación;
 - la debilidad del sistema productivo y de innovación, y de la estructura social no ha facilitado los procesos de vinculación de los agentes locales con la maquila.

8.3.2 Estrategias de aprendizaje y asimilación de capacidades de los grandes grupos mexicanos al comprar empresas extranjeras³⁸

Desde principios de los noventa grandes grupos corporativos mexicanos han usado las fusiones y adquisiciones (AyF) de empresas extranjeras como uno de los principales mecanismos para expandir sus operaciones a mercados internacionales. Este mecanismo de crecimiento se ha convertido en un elemento significativo para la globalización de estos grupos empresariales, así como en un recurso sumamente importante para la asimilación e integración de capacidades tecnológicas y organizacionales. Las trayectorias pasadas de aprendizaje de las empresas adquiridas juegan un papel crucial en la integración de las capacidades de las empresas involucradas en un proceso de fusión o adquisición. Basados en la literatura sobre la administración del proceso de AyF y sobre aprendizaje de las empresas, se exploran algunos temas que surgen alrededor de este fenómeno.

38 Esta parte está basada en Torres (2004), y Torres y Jasso (2005, 2007).

Se analizan aquí los casos de dos grandes grupos corporativos mexicanos: Cemex, con una trayectoria especializada de aprendizaje y acumulación de capacidades; y Pulsar-Elm, con una trayectoria diversificada.³⁹ Las trayectorias de las empresas mexicanas que se analizan en este trabajo fueron determinadas mediante una selección, clasificación y mapeo de sus principales pasos de expansión. Consideramos que la trayectoria de aprendizaje de las empresas se vincula con la estructura de productos, y con los pasos cruciales que han dado en su proceso de expansión a lo largo de su historia. Estos últimos pueden ser medidos a través de los proyectos que implementa un grupo para fortalecer, extender o agrandar sus facilidades de producción, comercialización o distribución.⁴⁰

El foco está puesto aquí en la trayectoria de aprendizaje de las empresas compradoras y en las capacidades de acumulación e integración durante los procesos de AyF. Éstos pueden ser un medio para permitir a las empresas el acceso a la tecnología. La adquisición puede traer a las empresas la posibilidad de aprender y desarrollar nuevas capacidades administrativas y organizacionales, y otras capacidades relacionadas con la ejecución de este tipo de expansión. También, las capacidades tecnológicas existentes, tanto en la empresa compradora como en la adquirida, pueden ser fortalecidas o incrementadas como resultado de su integración operativa. En estos procesos se presentan diferentes mecanismos de aprendizaje, tales como aprendizaje por interacción y colaboración. Las adquisiciones también pueden complementar los recursos de la empresa y sus capacidades endógenas al establecer mecanismos para compartir aprendizaje y conocimiento.

La trayectoria de aprendizaje especializado implica expandirse dentro de la misma área, o bien a lo largo de la cadena productiva sobre una base de capacidades productivas y tecnológicas relacionadas. Los recursos son preponderantemente internos y se avanza en una base de conocimiento

39 Indicadores simples del grado de especialización de las empresas son: el número de actividades económicas en las que participan y la concentración de las ventas por producto. En el caso de Cemex, se identificaron actividades en producción de cemento, hotelería y otros servicios. Sin embargo más del 96% de las ventas de esta empresa se concentran en la producción de cemento y derivados, por lo que se considera que es una empresa especializada. Savia-Pulsar tiene participación en nueve diferentes clases de actividad, e índices de concentración por abajo del 50% para la actividad más importante, puede identificarse como una empresa con una estructura altamente diversificada. En este caso la clasificación de las empresas como especializadas o diversificadas en base a su estructura presente coincide con la clasificación resultante del mapeo de su evolución histórica. Para mayor detalle véase Torres (2004).

40 Los pasos de expansión incluyen eventos tales como: la puesta en marcha de una nueva planta manufacturera, un incremento considerable en tamaño, la modernización de equipo y facilidades de alguna planta, la apertura de una nueva unidad de distribución, y la expansión por medio de fusiones y adquisiciones.

común en la que también se comparten los recursos productivos y tecnológicos. Las capacidades productivo-tecnológicas se construyen a partir de esa base común y son factibles de integrar y de compartirse más fácilmente dada la homogeneidad de los procesos. Las capacidades administrativo-financieras se desarrollan en diferentes grados y periodos de la evolución de la empresa, como capacidades que le posibilitan llevar a cabo eficientemente el proceso de producción y poner sus productos en el mercado.

La trayectoria diversificada implica la elaboración de productos diversos o no relacionados con una base común de conocimientos y/o recursos productivos, lo que demanda la existencia de diferentes mercados y diversas fuentes y bases de conocimiento que no necesariamente se conjuntan o complementan. Esto envuelve una secuencia de pasos de expansión no relacionados tecnológicamente. Las capacidades productivo-tecnológicas no tienen una base común, y la heterogeneidad de los procesos dificulta o francamente impide compartir recursos, conocimientos y habilidades de este tipo. Las capacidades administrativo-financieras, dado su carácter genérico, son factibles de acumular y de aplicar en cualquier tipo de actividad productiva.

A grandes rasgos, podemos identificar dos fases en el proceso de AYF y dos etapas en el aprendizaje de las empresas asociadas a estos procesos: la primera va desde la identificación de las empresas objetivo, hasta la negociación y consumación de la adquisición. Las empresas compradoras aprenden a identificar, evaluar, seleccionar, negociar y completar el acuerdo de transacción. La segunda fase se refiere al proceso de integración, incluyendo la reestructuración de funciones, la asimilación, combinación e incorporación de rutinas, habilidades, experiencias y conocimiento de las empresas involucradas. Aprender a adquirir (fase 1) y aprender a integrar (fase 2), las dos instancias asociadas con el proceso de AYF, no siempre son cumplidas por las empresas. El éxito de este proceso requiere la acumulación de capacidades específicas a lo largo de la historia de las empresas antes de comenzar a expandirse por medio de adquisiciones sucesivas. La pregunta que gira en torno a las dos fases del proceso de AYF se refiere a: ¿en qué medida la empresa compradora tiene las capacidades requeridas para completar el proceso? Aquí se sugiere que el grado de integración que una empresa compradora podrá lograr de dos empresas envueltas en el proceso de AYF está fuertemente influenciado por la naturaleza de su trayectoria de aprendizaje y acumulación de capacidades, naturaleza caracterizada ya sea por ser una trayectoria especializada o diversificada.

8.3.2.1 Trayectoria de aprendizaje especializada e integración de capacidades a través de la AyF: el caso de un grupo corporativo de cemento

Cemex se dedica a la producción, distribución y venta de cemento y concreto. Con cerca de 60 millones de toneladas de capacidad de producción y operación en diversos países, es actualmente la empresa productora de cemento más grande en el continente americano y una de las tres principales productoras de cemento en el mundo. El grupo Cemex es el líder en los mercados de cemento de México, España, Venezuela, Panamá y la República Dominicana y también tiene una importante presencia en Asia, el suroeste de Estados Unidos, en Colombia y en el Caribe.

El periodo antes de AyF de empresas extranjeras: 1931-1992

Cemex surge en 1931 en la región norte de México como una empresa especializada en la producción de cementos, y es el resultado de la fusión de Cementos Hidalgo (fundada en 1906) y Cementos Monterrey (de 1920). La tecnología fue adquirida de empresas extranjeras fabricantes de equipo y maquinaria para el sector, así como de empresas de ingeniería.⁴¹ La evolución de Cemex ilustra una trayectoria sostenida de expansión en el mismo tipo de actividades. Hasta los años sesenta, crece vinculada al sector del cemento como productora local en el norte de México, a través de la expansión de sus plantas, la introducción de maquinaria y equipo, y el desarrollo de sus facilidades. Este proceso le permitió aprender y acumular capacidades tecnológicas asociadas a la producción de cemento y derivados. El grupo construyó capacidades de ejecución de proyectos en una etapa temprana de su evolución; primero a través de la operación diaria de sus plantas, después formalmente apoyado por la Dirección Técnica creada para tratar con los temas tecnológicos a finales de los sesenta.⁴² Desde 1966 hasta 1985, la estrategia fue expandirse por otras regiones del país, alcanzando una importante presencia nacional y convirtiéndose en un jugador multirregional. Aunque se pueden identificar algunos pasos de diversificación (entre finales de los setenta e inicios de los ochenta), los movimientos hacia productos y mercados en activi-

41 Henry S. Spackman Engineering Company de Filadelfia se hizo cargo de los estudios técnicos para el establecimiento de la primera planta, los hornos rotatorios fueron de Bonnot and Company. Allis-Chalmers y F. L. Schmid fueron otros de los proveedores.

42 Para 1995 se expande y se crea la División de Tecnología.

dades no relacionadas duraron poco.⁴³ En los años ochenta se desprende de los negocios no relacionados con el cemento y consolida su presencia y liderazgo como productora y distribuidora de cemento en el mercado mexicano. En 1985 era la firma mexicana líder en el mercado mexicano, siendo la adquisición de empresas el principal mecanismo de expansión. En esta fase abre nuevas plantas e inicia el proceso de compra de empresas mexicanas.⁴⁴ Es decir, combina las capacidades que había acumulado, y perfecciona y aprende nuevas capacidades para comprar empresas. La trayectoria de aprendizaje seguida en esta etapa por Cemex es especializada. En esta fase la firma cementera, a través de la operación diaria de sus plantas, y mediante la ejecución de proyectos de adquisición y adaptación de tecnología, cumplió un proceso de aprendizaje que la llevó a acumular las capacidades necesarias para expandirse en el mercado doméstico. Dentro de estas capacidades se encuentran las necesarias para optimizar los procesos de mezcla y molienda, la adaptación de maquinaria y equipo, estudios de ingeniería básica y de detalle, y estandarización de procesos. Esta acumulación de conocimiento y capacidades que el grupo ganó en la adquisición e integración de empresas ubicadas en el mercado nacional —durante los años sesenta y setenta— fue el punto de partida para consolidar su trayectoria de especialización y así diversificarse hacia los mercados internacionales como se detalla enseguida.

El periodo de AIF de empresas extranjeras: 1993-2005

A partir de los noventa, Cemex comenzó a buscar oportunidades más allá de las fronteras mexicanas para hacer frente a las nuevas condiciones establecidas por la apertura del mercado interno y la globalización de la producción y de los mercados. En este periodo inicia un agresivo proceso de diversificación hacia los mercados internacionales, basado en la adquisición de una serie de empresas productoras de cemento ubicadas en EUA, Europa, Asia y Latinoamérica. El conocimiento operacional que el grupo había ganado a través de integrar las empresas adquiridas en México le dio las bases para embarcarse en esa nueva estrategia de internacionalización. Las adquisiciones y las instalaciones en propiedad conjunta en los países extranjeros representaron un incremento en la capacidad de producción

43 A principios de los ochenta Cemex tuvo una breve incursión en negocios no relacionados con el cemento (minería, hotelería y petroquímica). Sin embargo, estas actividades nunca representaron más del 3% de sus ventas totales.

44 La adquisición de Cementos Tolteca en 1989, el segundo gran productor de cemento en México, fue una de las operaciones más importantes en este periodo. La adquisición de Cementos Anahuac impulsó las exportaciones de Cemex.

total de Cemex de alrededor de 22.4 millones de toneladas de cemento anuales entre 1992 y 1997. En este periodo la capacidad de las plantas localizadas en México se incrementó en 7.1 millones de toneladas métricas, de las que sólo 0.4 millones de toneladas métricas fueron debido a las fusiones y adquisiciones. Por otra parte, tomadas en su conjunto, las AyF de empresas en México y en el extranjero durante este periodo fueron responsables del 77.4% del incremento total de la capacidad productiva de Cemex. En 1998 se convirtió en el tercer productor más grande de cemento a nivel mundial, una vez que consolidó la compra de diversas empresas. Alrededor del 55% de los activos de Cemex y cerca del 59% de sus ganancias provienen de los mercados foráneos. El Cuadro 20 lista las adquisiciones hechas por Cemex desde 1992 hasta 2005.

8.3.2.2 El mecanismo para el logro de un aprendizaje integrado

Cemex ha acumulado las capacidades para llevar a cabo la adquisición e integración de las empresas envueltas en el proceso de AyF. Ha desarrollado un método sistemático y replicable para la adquisición y puesta en marcha de bienes con bajo desempeño. El desarrollo de capacidades selectivas, organizacionales y tecnológicas ha permitido que este grupo complete las dos fases de la AyF: adquisición e integración, o recursos y capacidades de las empresas. Cemex ha desarrollado las habilidades para integrar las varias funciones (producción, distribución y *marketing*) de las empresas involucradas y establecer un mecanismo para compartir conocimiento.

Alrededor de 1985 Cemex formó un equipo interdisciplinario, el cual estaba a cargo de los estudios preliminares y adquisiciones. También llevaba adelante la etapa post adquisición. El equipo estaba compuesto por expertos en áreas tales como planeación, dirección técnica, finanzas, áreas operativas, distribución y otras, dependiendo de las características del proyecto. Los equipos tenían entre cinco y veinte integrantes, contando los que participaban permanentemente en ellos y aquellos incluidos de acuerdo a los requerimientos de los proyectos nuevos. De hecho, siempre se incluían nuevas personas en el equipo de adquisición, motivando el proceso de aprendizaje.

Se realizaban evaluaciones financieras, económicas y técnicas. Personal de la División Técnica o del Centro de Ingeniería y Tecnología examinaban temas tales como el tipo de procesos, tipo y condiciones de la maquinaria y el equipo utilizado, características de los productos y las

CUADRO 20. Cemex. Adquisiciones y aprendizaje: 1992-2005

Año	Empresas adquiridas. País	Capacidades y aprendizaje acumulados
1992	La Valenciana y Sansón (España)	Se convirtió en el 5º productor más grande de cemento a nivel mundial. Logró eficiencia a niveles internacionales. Incrementó su margen de ganancias de 7% a 22% en tan sólo dos años (SOT*)
1994	Vencemos (Venezuela)	Cemex obtuvo acceso al mercado sudamericano, aumentó su capacidad productiva (2.7 a 3 millones de toneladas), mejoró la logística de distribución (SOTFL*)
1994	Balcones (USA)	Se duplicó el margen de ganancias en cuatro años (SOTP*)
1994	Bayano (República Dominicana)	Integración del Caribe al sistema internacional de distribución de Cemex (SOL*)
1995	Cementos Nacionales (República Dominicana)	
1996	Cementos Diamante e Industrias e Inversiones Samper (Colombia)	Se convirtió en el 3er productor de cemento más grande del mundo (SOTF*)
1997	Rizal (30%; Filipinas)	Acceso al mercado asiático; comenzó a exportar tecnología (SOTF*)
1998	PT SEMEN Gresik (20%; Indonesia)	S*
1999	Rizal (40%; Filipinas)	SO*
1999	APO Cement Corporation (Filipinas)	SO*
2000	South Down (USA)	Apalancamiento financiero (SF*)
2001	Saraburi Cement Company (Tailandia)	Extendió la presencia de Cemex en el mercado asiático (SOTF*)
2002	Puerto Rican Cement Company	Fortaleció su presencia en el mercado caribeño (SOT*)
2005	RMC Group (GB)	Incrementó operaciones en 20 países, la mayoría de ellos del mercado europeo. Una de las empresas más grandes produciendo materiales de construcción emergió de este proceso (SOTL*)

Tipo de capacidades involucradas: S=selectiva; O=organizacional; T=tecnológica; F=financiera; P=productiva; L=logística.

FUENTE: Torres (2004), basado en entrevistas y los reportes anuales de Cemex.

materias primas. Después de ser completada la adquisición, un equipo trabajaba en el proceso de integración. Se planteaban propuestas para introducir cambios y mejoras de mercado en procesos y productos, cambios en las prácticas organizacionales y administrativas, y en áreas tales como finanzas y *marketing*. Estos cambios eran implementados y monitoreados por el equipo que establecía una especie de consultoría desde adentro, que por lo general se llevaba a cabo en la facilidad adquirida durante seis meses. En este proceso se adquirirían capacidades organizacionales y técnicas, tales como la habilidad para integrar, coordinar y organizar a las nuevas empresas dentro de la estructura completa de la corporación, la habilidad para relacionar las múltiples funciones (producción, distribución y *marketing*) entre viejas y nuevas facilidades, y el establecimiento de mecanismos para compartir conocimiento a través de la organización.

Después de adquirir una empresa nueva, Cemex esparcía su cultura a la nueva empresa, pero también se enriquecía aprendiendo de ella (Cuadro 21). La racionalización de empleados, la introducción de prácticas de operación de alta tecnología y las prácticas administrativas modernas llevan a que las adquisiciones incrementen la eficiencia y productividad de las nuevas empresas. Se transferían las mejores prácticas de plantas de Cemex hacia la empresa integrada, pero el equipo interdisciplinario también buscaba las prácticas con mejor potencial de la empresa adquirida para que pudieran ser compartidas con las plantas existentes de Cemex.

Apoyada por tecnologías de información y comunicación, Cemex ha implementado una estructura organizacional altamente centralizada y articulada que funciona a nivel mundial. A través de una sofisticada red de

CUADRO 21. Aprendiendo a integrar: adquisiciones de Cemex en España y Venezuela

Empresas adquiridas . País	Resultados de la integración y el aprendizaje
La Valenciana y Sansón (España)	Cemex mejoró el uso de energía y redujo el costo de la manufactura del cemento al introducir el uso de coque, una práctica copiada de las plantas españolas a otras plantas de Cemex.
Vencemos (Venezuela)	Una nueva mezcla de materias primas para la producción de cemento desarrollada por Cemex en México se introdujo a Vencemos. Esta nueva mezcla permitió multiplicar por dos la vida de los recursos mineros (de 12 a 24 años) propios de esa empresa. Otras mejoras y prácticas introducidas fueron: reconstrucción de equipo, operación continua, entrenamiento de recursos humanos

FUENTE: Basado en Torres (2004).

comunicación computarizada que vincula a las subsidiarias de distintos países, esta empresa ha logrado establecer un mecanismo que permite compartir conocimiento entre personal administrativo y técnico de más de 22 países. Las AyF llevada a cabo por Cemex han tenido un impacto significativo sobre el aprendizaje y acumulación de capacidades.

Grupo Savia-Pulsar: trayectoria de aprendizaje diversificada y de integración incompleta de capacidades a través de AyF

Savia Internacional (Pulsar y antes Empresas La Moderna, ELM) es una empresa global cuyo corporativo se ubica en Monterrey, México. Combina actividades de agrobiotecnología realizadas a nivel internacional con actividades financieras en el ámbito nacional. Al ser fundado en 1982, este grupo surge en un contexto de crisis y apertura económica y se expande rápidamente hacia diversos sectores de negocios. Se pueden distinguir dos fases en su crecimiento: a) de 1985 a 1992 Savia-Pulsar se expande principalmente hacia diversas áreas de la industria, el sector financiero y de seguros, siguiendo una trayectoria más diversificada; b) desde 1993 en adelante Pulsar-ELM se centra en las actividades agrobiotecnológicas. El principal mecanismo de expansión en ambas fases han sido las AyF de empresas, como se detalla en seguida.

La trayectoria de aprendizaje diversificado antes de entrar al negocio de la agro-biotecnología: 1982-1992

Savia-Pulsar es una empresa global con *headquarters* en Monterrey. Nace a partir de una red de pequeñas panaderías y una empresa manufacturera de cigarros. En 15 años el grupo se expande a una variedad de actividades mediante un proceso acelerado de compra de empresas y se convierte en una multinacional en un sector de alta tecnología. Sobre la base de la industria cigarrera (a partir de la adquisición de British American Tobacco), creció en la industria del empaque, productos de cartón y papel (1985), expandiéndose más tarde a los servicios financieros (1987) y de seguros (1989). Savia-Pulsar siguió una trayectoria muy diversificada en términos de mercados/productos y tecnologías. Durante esta fase, el grupo creció por medio de AyF. Las capacidades administrativas y financieras, en vez de las tecnológicas, han sido factores cruciales en su expansión. El grupo creó equipos interdisciplinarios especializados en el proceso de AyF, incluyendo la identificación de oportunidades, llevando a cabo estudios preliminares, negociación y adquisición, y finalmente administrando

la fase de integración post fusión. A pesar de la naturaleza diversificada del camino de crecimiento, ha estado vinculada con una trayectoria de aprendizaje en la cual el componente tecnológico no ha sido clave en la estrategia de Savia. Dirigida por un comportamiento en cierto sentido oportunista y estimulada por un objetivo más financiero que productivo en el largo plazo, Savia aprendió a adquirir y transformar empresas antes insolventes. La tecnología no ha sido un tema significativo con respecto a la selección de empresas-objetivo de Pulsar. Durante esta fase, el aprendizaje e integración de capacidades no fue un tema relevante dentro de la estrategia de Pulsar.

Enfocándose en la agro-biotecnología: 1993-2005

A partir de 1993 y aprovechando el apalancamiento de las operaciones de alto rendimiento en el sector de cigarros, Savia-Pulsar llevó a cabo una serie de adquisiciones estratégicas que le permitieron convertirse en un líder global en los negocios agro-biotecnológicos. La idea para promover el crecimiento en este sector surgió a partir de la experiencia del grupo en el mejoramiento del cultivo del tabaco, llevado a cabo mediante la operación de Agrosem y Agromod, dos empresas del grupo.⁴⁵

Savia-Pulsar compró en 1994 y 1995 tres importantes empresas extranjeras dedicadas a la producción y venta de semillas para granos, frutas y vegetales (Asgrow, Petossed, y Royal San Luis). Estas empresas ya contaban en el momento de la adquisición con importantes capacidades en áreas de I+D en biotecnología, por lo cual su compra significó la obtención de 39 laboratorios de I+D establecidos a lo largo del mundo y de alrededor de 500 investigadores especializados en las áreas de producción, mercadeo e I+D para la producción de semillas genéticamente modificadas. Estas tres adquisiciones fueron fusionadas dentro de la empresa Seminis, convirtiéndose en el líder global en las semillas para vegetales, con 22% del mercado mundial, 40% del mercado de Norteamérica y 24% del mercado europeo.

Mediante adquisiciones internacionales, Pulsar obtuvo la más avanzada tecnología en el campo de control y manipulación de genes inoculables en las semillas. El negocio de Pulsar de agro-biotecnología, llamado Savia, se conceptualizó como una unidad integrada para poner en marcha la combinación de las capacidades de I+D, y

45 Estas empresas fueron creadas con el propósito de proveer a los agricultores con asesoría técnica, semillas modificadas, maquinaria y soporte para mejorar la calidad del tabaco.

asimismo instaurar una red de distribución con tecnologías líder a nivel nacional.

Sin embargo, la naturaleza diversificada de la trayectoria de Pulsar, los riesgos y los tiempos de la industria de agro-biotecnología limitaron el proceso de integración post adquisición. Pulsar no había construido las capacidades de absorción necesarias para permitir que la empresa lograra la verdadera integración de la función de I+D dentro de Savia. Pulsar adquirió empresas de un sector basado en la ciencia, y para el cual no había obtenido los conocimientos y habilidades necesarios para administrar este tipo de negocio; en este sentido, no tenía las capacidades para desempeñarse exitosamente en la segunda fase del proceso de AYF. El aprendizaje de la adquisición de empresas provenientes de un mercado/producto muy diverso y de sectores tecnológicamente poco relacionados no permitió a Pulsar la acumulación de capacidades necesaria para la integración de empresas provenientes de un sector altamente dinámico en términos de tecnología, como lo es el sector de agro-biotecnología.

Las AYF han sido crecientemente utilizadas por empresas, tanto de países desarrollados como en desarrollo, como un mecanismo para expandir sus operaciones hacia mercados internacionales. Pero las AYF no son sólo un mecanismo de expansión, sino también un medio a través del cual las empresas pueden aprender a mejorar sus capacidades. En el caso de las empresas mexicanas analizadas, encontramos que las AYF han ayudado a consolidar su posición en el mercado internacional (caso de Cemex), así como a diversificarse hacia nuevos sectores, particularmente aquellos caracterizados por tener procesos altamente dinámicos en términos de tecnología e innovación (Savia-Pulsar). Sin embargo, estos dos grupos mexicanos han tenido distintas experiencias de aprendizaje a través del proceso de AYF, y estas diferencias parecería que están relacionadas con las diferentes trayectorias de aprendizaje que han seguido a lo largo de su historia.

Cemex, una empresa enfocada en la producción de cemento y concreto, que ha seguido una trayectoria de aprendizaje especializada por casi 80 años, ha tenido la capacidad de completar las dos fases del proceso de AYF: aprender a adquirir y a integrar. Por otro lado, Savia-Pulsar, un corporativo con una trayectoria de aprendizaje diversificada que trató de enfocarse en el sector de agro-biotecnología, obtuvo resultados limitados. Su camino diversificado inhibió la acumulación de las capacidades necesarias para permitir que la empresa lograra una

verdadera integración de las funciones, conocimiento y rutinas de las empresas adquiridas dentro de Savia. Este grupo desarrolló una serie de rutinas para llevar a cabo la adquisición de empresas, pero no su integración. El análisis de estos dos grupos corporativos mexicanos parece apoyar la visión de que lo que una empresa aprende durante el proceso de AyF se encuentra altamente condicionado por su trayectoria de aprendizaje previa, así como por sus capacidades acumuladas. Una trayectoria especializada permite la acumulación de capacidades productivas y tecnológicas de la empresa. Pero las empresas que siguen una trayectoria diversificada acumulan principalmente capacidades administrativo-financieras, y estas capacidades les permiten obtener el conocimiento requerido para identificar, evaluar, seleccionar, negociar y adquirir empresas extranjeras. Sin embargo, una frágil acumulación de capacidades tecnológicas representa un factor común entre grupos altamente diversificados como Savia-Pulsar, característica que limita su capacidad para llevar a cabo la integración de recursos y capacidades de las empresas adquiridas. En Savia-Pulsar, la dificultad del proceso de integración también estuvo vinculada con la dinámica de la tecnología y la complejidad del sector de agro-biotecnología. Las capacidades administrativo-financieras fueron suficientes para adquirir, pero no para integrar el negocio de la agro-biotecnología. En cambio, Cemex, con capacidades tecnológicas acumuladas a través de una trayectoria especializada, y con un buen nivel de capacidades administrativo-financieras, logró llevar a cabo la adquisición de empresas extranjeras, pero también integrar y compartir recursos y capacidades con las empresas adquiridas.

8.3.3 Red de talentos para la innovación

Los años recientes registran un creciente interés por parte de académicos y responsables de la política pública en cuanto a encontrar mecanismos que permitan a países en desarrollo beneficiarse de la movilidad de recursos humanos de alto nivel. Por ejemplo, se estima que alrededor de un millón de mexicanos con educación de tercer nivel residen en los EUA; unos 400,000 entre ellos en posiciones directivas. Tradicionalmente, las respuestas de política pública por parte del gobierno mexicano han sido más bien pobres. No obstante, en 2003, con la asistencia del Banco Mundial y la participación de una serie de

organismos gubernamentales y ONG, el CONACYT dio inicio a la Red de Talentos para la Innovación (RTI).⁴⁶ Emulando en cierta manera experiencias similares de otros países en desarrollo, y fungiendo como una «red de redes», el proyecto de la RTI pretendía integrar a la diáspora mexicana en los EUA. El objetivo último es crear oportunidades de negocio similares a las que se han dado en la industria de software en India, por ejemplo. Dichas actividades deberían eventualmente contribuir al desarrollo socioeconómico de México, particularmente al ampliar la base de negocios basados en CTI.

Algunos de los éxitos iniciales, que de hecho dieron lugar a la creación de la Red, incluyen la subcontratación de servicios de desarrollo de software especializado por parte de Cisco. La iniciativa había sido previamente rechazada por HP. De igual manera, se ha logrado establecer un primer negocio entre un fabricante mexicano de equipo óptico de precisión y un fabricante en los EUA cuyo propietario es mexicano. Este segundo caso se ha expandido rápidamente e incorpora ya IES, CPI y algunas otras instituciones mexicanas.

Si bien los beneficios esperados no se han hecho explícitos por la propia Red, algunos de los involucrados en la misma sugieren que los beneficios esperados de la RTI incluyen: 1) facilitar un mejor conocimiento sobre el tamaño y características de la comunidad de expatriados de origen mexicano en EUA; 2) generar un espacio para que dichos individuos puedan establecer redes entre ellos y con sus pares en México, y así fortalecer sus vínculos con México; 3) propiciar una mejoría en la prioridad que se da a la migración de recursos humanos altamente calificados dentro de la agenda migratoria en México; y 4) contribuir a mejorar la reputación de México como lugar favorable para el establecimiento de negocios basados en actividades de innovación.

En cuanto a la gobernanza de la Red, hasta 2008 ésta cuenta con seis nodos en seis grandes ciudades estadounidenses, incluyendo: San José, Boston, Chicago, Houston. No existe una regla general sobre quién y cómo se coordina cada uno de los nodos. En la coordinación y monitoreo a nivel nacional intervienen tres instituciones: una red de aceleradoras de negocios creada por la Secretaría de Economía para promover negocios de alta tecnología en los EUA y Canadá —véase Sec-

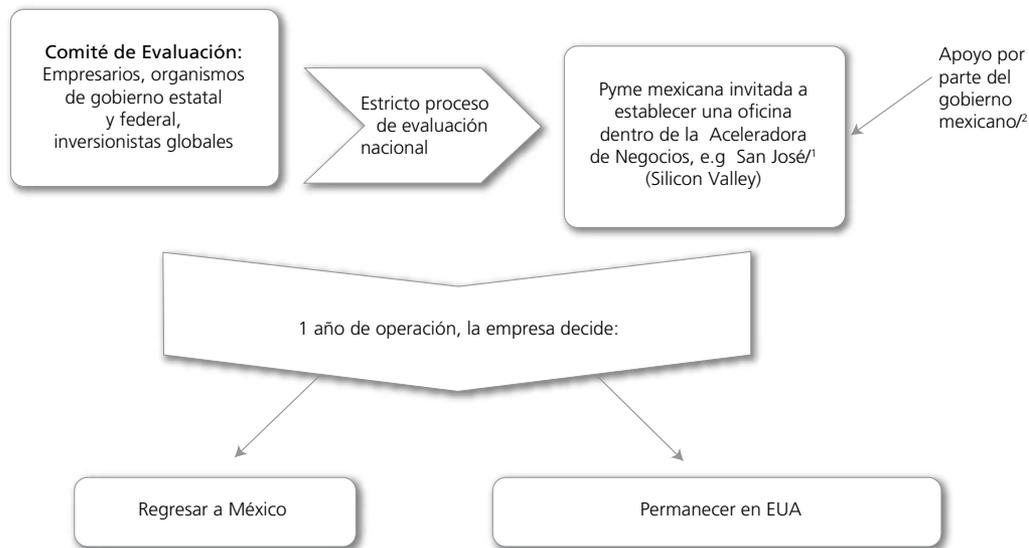
46 Cabe destacar que si bien el gobierno mexicano participa en la operación de la RTI, ésta resultó más bien de la conjunción de diversas iniciativas individuales por parte de algunos funcionarios públicos que lograron obtener el compromiso y apoyo por parte de sus respectivas organizaciones.

ción siguiente—; el titular del Instituto para los Mexicanos en el Exterior (IME) que es una instancia vinculada a la Secretaría de Relaciones Exteriores y que provee financiamiento; y, finalmente, la Dirección Adjunta de Tecnología por parte del CONACYT. Este último es responsable de alinear los trabajos de acuerdo con la agenda de innovación en México.

8.3.4 Programa de Aceleración de Empresas de Base Tecnológica (TECHBA)

A principios de 2004 se dio inicio al Programa de Aceleración de Empresas de Base Tecnológica por parte de la Subsecretaría para las Pequeñas y Medianas Empresas (Secretaría de Economía) y la Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC); esta última como operadora del programa. La misión de TECHBA es apalancar la entrada de negocios mexicanos de base tecnológica al mercado mundial. En 2005 entró en operación la primera de dichas «aceleradoras de negocios» con base en San José, California, y más precisamente en el Silicon Valley. Más que una incubadora, las aceleradoras de negocios promueven a las empresas que ya tienen un cierto nivel de éxito en México, y cuentan con potencial para probar suerte en otros mercados. La aceleradora apoya el desarrollo del negocio dentro del «ecosistema» local. Además de la ubicada en San José, se cuenta con aceleradoras en Austin (Texas); Inno-Centre, en Montreal (Canadá); y el Parque Científico, en Madrid (España). Existen planes para abrir una aceleradora en Detroit, y con ello atacar los importantes mercados automotor y de la energía en esa ciudad. Entre las actividades que son apoyadas se encuentran el software, las tecnologías inalámbricas, instrumental médico, entretenimiento y biotecnología. La Figura 2 describe la operación de una aceleradora en términos muy simples.

Hasta el mes de noviembre de 2007, al término de la cuarta convocatoria para recibir apoyo de alguna aceleradora, 152 empresas se habían beneficiado del programa. El valor de mercado superaba los 450 millones de pesos (unos 41.2 millones de dólares americanos en aquel momento). Al cierre de la cuarta convocatoria, unas 160 pymes habían iniciado el proceso de búsqueda rápida de oportunidades de negocios. Ello es fundamental para su eventual incorporación a alguna de las cuatro TECHBA en operación. En 2008 el programa contaba con 54 empresas activas.

FIGURA 2. Operación de una aceleradora de negocios

1. La empresa debe contar con un producto que tenga un potencial interesante de crecimiento en el mercado. La representación opera de acuerdo con el marco legal del país receptor; por ejemplo, los EUA. 2. El gobierno mexicano subsidia la estancia de la empresa dentro de la aceleradora. Adicionalmente, brinda apoyo y asistencia para que las empresas obtengan accesos a capital de riesgo y otras fuentes de financiamiento. Se proporcionan contactos con centros locales de innovación tecnológica.

FUENTE: Con base en información del Programa TECHBA.

8.3.5 Laboratorios binacionales

Durante los últimos años el CONACYT se ha dado a la tarea de negociar el establecimiento de laboratorios binacionales con los gobiernos de diferentes países. El primero de ellos, denominado Laboratorio Binacional Sustentable (BNSL), se estableció en colaboración con los Sandia National Labs., de los EUA, el Departamento de Comercio/Agencia para el Desarrollo Económico (EDA), la Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC), y el Departamento para el Desarrollo Económico del Estado de Nuevo México (EDD). El BNSL inició sus operaciones el 1 de septiembre de 2005 como una organización binacional sin fines de lucro. Sus funciones incluyen la creación y promoción de negocios de base tecnológica a lo largo de la frontera México-Estados Unidos. Dichos negocios pueden ser *start-ups*, pymes o empresas grandes ya establecidas. El Laboratorio es un espacio diseñado para que participen funcionarios públicos, empresarios y académicos de México y los EUA. Iniciativas similares incluyen un Laboratorio de Acuicultura y Agricultura en España, y un Laboratorio Franco-Mexicano en las áreas de informática y control automatizado. En este último caso, la contraparte francesa evaluó positivamente las actividades realizadas en 2000-2006.⁴⁷ Se inauguró en Tamaulipas el laboratorio binacional de desarrollo sustentable, pero no hay información disponible sobre nuevos laboratorios.

8.3.6 Participación de México en el VII Programa Marco de la Unión Europea

En febrero de 2004 la Unión Europea (UE) y México firmaron un acuerdo de cooperación en ciencia y tecnología. Su entrada en vigor, sin embargo, no se produjo sino hasta julio de 2005. El acuerdo busca estimular, desarrollar y facilitar la cooperación entre la Unión Europea y México en áreas de interés y beneficio mutuo y en las que se involucren actividades de investigación y desarrollo. Entre estas últimas se encuentran: medio ambiente, investigación biomédica y en salud, transporte, tecnologías de la información, biotecnología, política científica y tecnológica, entre otras.

47 www.bnsl.org/PaginaPrincipal.aspx

En este contexto, ambas partes acuerdan promover la participación de organizaciones dedicadas a la I+D dentro de los programas marco de la UE.

Como parte de las actividades desarrolladas por el CONACYT y la UE, en 2006 se abrió la Oficina de Enlace para la Promoción de la Cooperación Unión Europea-México en Ciencia y Tecnología (UEMEXCYT). Dicha oficina tiene como objetivo principal mejorar y facilitar la cooperación en materia de ciencia y tecnología entre ambas partes mediante la disseminación de información y la asistencia a investigadores y pymes mexicanos para que éstos logren obtener el máximo beneficio posible de los programas de cooperación con que cuenta la Unión Europea. Más específicamente:

- Provee información sobre programas de cooperación en ciencia y tecnología, así como sobre financiamientos conjuntos México-UE para investigadores y pymes.
- Evalúa las acciones de cooperación entre México y la UE.
- Sirve como base para mejorar la coordinación e interacción con Argentina, Brasil y Chile.

El logro de dichos objetivos se da a través de acciones tales como:

- La operación de un sitio en Internet en el que se provee de un amplio número de servicios de información.
- Una base interactiva para la búsqueda de socios potenciales a través de la página web.
- La difusión de información sobre talleres y seminarios.
- Un punto de contacto y servicio.

El Cuadro 22 presenta un desglose de proyectos de acuerdo con las prioridades establecidos en dicho programa marco.

La tasa de éxito de México dentro del VI Programa Marco, 20.74%, se compara favorablemente con la de Brasil, 17.90%, Chile, 17.56%, y Argentina, 16.02%. No obstante lo anterior, México presentó el menor número de proyectos (46), y aporta el menor número de instituciones participantes (57). Brasil fue el jugador más importante dentro de América Latina con 96 proyectos y 150 participantes. La participación financiera mexicana es, además, equivalente a una décima parte de la correspondiente a Brasil. En 2008 se revitalizó la propuesta, y en una nueva convocatoria hubo una amplia participación de proyectos. Los datos no están disponibles.

CUADRO 22. México, tasa de éxito de la participación dentro del VI Programa Marco de la UE. Distribución de acuerdo con las prioridades específicas para el programa

Prioridades	Número de solicitantes	Número de participantes	Tasa de éxito (%)
Aeroespacial	1	0	
Ciudadanos	6	0	
Alimentación	24	4	16.7
INCO ¹	47	20	42.6
Infraestructura	2	2	100.0
IST ²	9	4	44.4
Ciencias de la vida y salud	10	4	40.0
Movilidad	21	1	04.8
NMP ³	6	2	33.3
Políticas	4	1	25.0
Pymes	1		
Sociedad	4	1	25.0
Sustentabilidad	36	18	50.0
Otros	99		
Total:	270	57	20.7

1. Cooperación internacional. 2. Tecnologías de la sociedad de la información.
3. Nanotecnología y nanociencias, materiales multifuncionales con base en conocimiento, así como nuevos procesos o instrumentos productivos.

FUENTE: UEMEXCYT.

Principales fallas que enfrenta el funcionamiento del Sistema Nacional de Innovación; identificación de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas

HAY ABUNDANTE EVIDENCIA de que el Sistema Nacional de Innovación (SNI) de México es incompleto. Existen carencias y deficiencias tanto en cuanto a la cantidad de recursos con que se cuenta como también las características de su funcionamiento. Las carencias de recursos alcanzan al personal, capital, instalaciones e infraestructura de apoyo para llevar a cabo las actividades propias de un esfuerzo de innovación tecnológica. Los recursos humanos en ciencia y tecnología altamente calificados (RHCT), comprenden investigadores, ingenieros y tecnólogos en empresas e instituciones, pero también los tomadores de decisiones capaces de diseñar la política y sus instrumentos. El financiamiento de largo aliento también es muy escaso, más aun en actividades de riesgo y gran incertidumbre como son los esfuerzos innovadores basados en investigación y desarrollo (I+D). A las deficiencias individuales deben agregarse también las fallas del sistema que requieren el involucramiento de diferentes agentes. Para enfrentar alguna de las fallas puede ser muy relevante la intervención pública. El conjunto de fallas obstaculiza o retarda la promoción de la sociedad del conocimiento. Después de la evaluación del SNI y de la política de innovación realizada en los capítulos anteriores de este libro, en este capítulo se analizan las fallas atribuibles al funcionamiento de los mercados, las fallas de regulación originadas en el gobierno y las fallas sistémicas.¹ Asimismo se realiza un ejercicio de identificación de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del SNI.

1 Esta sección se basa en Unger (2006) y FCCT (2006a).

9.1 Principales fallas

9.1.1 Fallas de mercado

Disponibilidad limitada de capital para financiar la innovación

Hay suficiente evidencia acerca de la limitada efectividad de los mercados de capitales para estimular la inversión productiva durante las últimas décadas. En general, hay una disponibilidad limitada de capital y los costos son extremadamente altos. Con respecto a los recursos que financian la innovación, los de origen privado son aun más escasos y costosos debido al riesgo asociado a estas inversiones. De hecho, el capital de riesgo es casi inexistente, como se analiza en la sección 2.1.6. El Programa de Fondos de Garantías para el desarrollo tecnológico del conacyt está orientado a resolver esta falla, aunque es altamente ineficiente; los recursos asignados a este instrumento son excesivamente bajos. Para resolver esta falla se requiere un cambio radical en la política, el cual podría incluir: 1) establecer una empresa pública de capital de riesgo que invierta en empresas basadas en tecnología, 2) participar con fondos públicos que se encadenen con fondos privados de capital de riesgo, o 3) promover la creación de fondos de capital de riesgo por mexicanos radicados en los EUA.

Carencia de una masa crítica de recursos humanos en c&t

La carencia de una masa crítica de agentes para promover y desarrollar la innovación es también común a países en el inicio de una trayectoria innovadora. El problema combina dos aspectos: 1) la existencia de cantidades significativas de un solo tipo de agentes, y 2) retribuciones escasas respecto a las que permitirían que estos agentes se dedicaran, experimentaran y aprendieran de esa actividad. Entre estos agentes se incluyen investigadores, empresarios innovadores, expertos en vinculación, y tomadores de decisión en instituciones de todo tipo. También hay diferencias entre las entidades federativas en cuanto a la presencia de agentes. Se han hecho esfuerzos importantes en esta dirección, lo que ha resultado en un incremento de los RHCT. El SNINV soluciona el problema de la retribución en los académicos, y el programa de becas ha estimulado la formación de recursos humanos. Pero la política debería estimular también la atracción de los becarios al sector productivo y al académico. Actualmente se están implementando al-

gunos instrumentos (como la retención, repatriación y estancias posdoctorales para el ámbito académico), pero que son aún insuficientes en cuanto a los recursos requeridos para un cambio en la trayectoria, particularmente para la investigación. Los instrumentos orientados al sector productivo, descritos en la sección 5.1.5 no han sido suficientemente efectivos, por lo cual se requieren instrumentos más novedosos que logren generar los incentivos que permitan promover los comportamientos deseados.

Baja valoración de los recursos humanos en C&T

De acuerdo a patrones internacionales, los salarios de los investigadores no se corresponden a los niveles de calificación. Esto refleja una baja valoración de la contribución de los RHCT al desarrollo económico y social. Ante esto el SNInv compensa y permite ingresos más dignos en IES y CPI, así como contribuye a la retención de los investigadores. Es necesario que se promueva la CTI en todos los niveles de la educación (primaria, secundaria, superior), y se fomente la divulgación de la ciencia, para contribuir a un cambio en dicha valoración.

Altas ganancias comparativas de los productos y servicios basados en estrategias de corto plazo en relación con las actividades innovadoras

Probablemente, la principal distorsión que inhibe la innovación productiva es de orden económico más que tecnológico. El obstáculo está en que las actividades más rentables en el mercado mexicano, sean industriales o de servicios, no guardan relación ni se corresponden con los esfuerzos de innovación. Es decir, las señales de rentabilidad relativa en el corto plazo están distorsionadas en contra de la innovación, la cual es riesgosa, incierta y sólo lleva a frutos potenciales en el largo plazo. El margen para la acción de la política estaría en mejorar los costos y rendimientos presentes de quienes sean capaces de apostar a la innovación y no a las rentas de mercados poco competitivos.

9.1.2 Fallas de gobierno

Distorsiones en la asignación de recursos

Los recursos para CTI son escasos y la asignación es inadecuada. Hay distorsiones de muchos tipos asociadas con esta situación: 1) entre las proporciones del gasto destinadas a agentes privados y públicos, que no

reflejan su contribución específica a los procesos de innovación; 2) en la distribución entre entidades federativas sin prioridades determinadas, de acuerdo a lo que cada entidad necesita para actividades de innovación; por el contrario, el criterio ha sido seguir la inercia impuesta por el peso relativo que cada entidad tiene en las capacidades productivas y económicas instaladas junto con los compromisos que se han establecido con IES y CPI; 3) en la asignación de recursos entre IES y CPI.

La forma de asignación presupuestal sin prioridades claras es sintomática de la falta de precisión en los objetivos y, también, del poco entendimiento del complejo proceso de formación de sistemas regionales y nacional de innovación. Los Fomix, descritos en la Sección 7.2.5, muestran el sesgo inercial típico, pues en su concepción y diseño favorecen a entidades y a instituciones ya experimentadas en esas gestiones, incluyendo algunas de amplia cobertura a lo largo del país (véase Sección 7.1.3).

Carencias operativas de la vinculación

El fomento de la vinculación se hace en dos ámbitos: uno directo y otro indirecto. La acción directa se ejerce de manera operativa desde las entidades públicas. Ellas tienen por mandato de ley la capacidad de instrumentar prácticas de vinculación con y entre agentes nacionales. Una acción privilegiada en ese sentido es establecer una política de compras gubernamentales que favorezca e incentive a dichos agentes. La acción indirecta se realiza recurriendo a mecanismos que promuevan, premian y regulan la vinculación entre IES y CPI con empresas privadas e investigadores individuales.

En general, se puede decir que no existe una política de compras gubernamentales destinada a fomentar la innovación por los agentes nacionales y la vinculación para esta actividad; se observan pocas empresas que hacen uso de recursos públicos para financiar los vínculos con IES y CPI; y las empresas que hacen innovaciones las sustentan mediante sus propios recursos. En ámbitos locales hay experiencias un poco más exitosas de las políticas públicas desarrolladas para promover la vinculación, como son los casos de Guanajuato, Jalisco y Baja California. El Capítulo 8 presenta varios casos exitosos al respecto.

Falta de una concepción interactiva

Si bien en el diseño de la PCTI se han incluido instrumentos que buscan estimular interacciones entre los agentes del SNI, aún se carece de una perspectiva interactiva que sistemáticamente fomente la formación de

redes de colaboración e intermediación entre los agentes que intervienen en la producción y uso del conocimiento; que asegure la vinculación entre las cadenas industriales existentes y la investigación; fortalezca la interacción entre disciplinas, campos y áreas del conocimiento; favorezca los entrecruzamientos entre problemas sectoriales y regionales impulsando la formación y consolidación de *clusters*; y promueva la interacción entre políticas locales, regionales y nacionales. Tal enfoque interactivo es esencial para incrementar la competitividad y contribuir al desarrollo económico y social sustentable.

Para aplicar este enfoque es preciso generar espacios apropiados que permitan construir capacidades de diseño e implementación de políticas y programas. Entre ellos destacan la creación de foros de reflexión constituidos por empresarios, académicos, representantes de organismos de la sociedad civil, que se ocupan de C&T, y los formuladores de las políticas, que evalúan el desempeño de la PCTI, y la formación de grupos de monitoreo y análisis de programas exitosos de apoyo a la innovación que se aplican ya en algunas entidades federativas y en otros países.

9.1.3 Fallas sistémicas

Woolthuis *et al.* (1998), Johnson y Gregersen (1994), Carlsson y Jacobsson (1997), Smith (1997), Malerba (1997) y Edquist *et al.* (1998) analizan las fallas sistémicas de los SNI. Sobre la base de Unger (2006), FCCT (2006a) y Estrada (2007) se analizan, a continuación, las fallas más importantes de este tipo en el caso mexicano.

Insuficiencias de infraestructura

Esta falla está asociada a la todavía insuficiente provisión de infraestructura, tanto física —tecnologías de la información, telecomunicaciones, carreteras, abastecimiento de energía— como de CTI —instalaciones de prueba, sistema de educación y entrenamiento, equipamiento científico y tecnológico—. Dadas las indivisibilidades que presenta la infraestructura, y los horizontes de operación de muy largo plazo, es necesario que el gobierno participe activamente en su dotación y mantenimiento. En la última década no se ha priorizado la inversión en infraestructura científica y tecnológica. Recientemente se han establecido algunas medidas en esa dirección: por ejemplo las convocatorias de 2007 para macroproyectos y laboratorios nacionales, y algunas nuevas convocatorias en 2008. Se requiere fortalecer la

creación de nuevas unidades en ies o cpi existentes o fundar nuevos centros tanto de ciencia básica como de ciencia aplicada conectados con usuarios, consorcios, redes, proyectos de grupos de investigación y, también, apoyar las asociaciones sectoriales para crear centros tecnológicos.

Fallas institucionales

Se refieren a las inadecuaciones del marco legal o regulatorio compuesto por instituciones formales, como los contratos explícitos del mercado laboral y de propiedad intelectual, junto con las instituciones informales surgidas de la cultura política y los valores, como las normas sociales, el espíritu emprendedor, la confianza y la aversión al riesgo.

En esta dirección, México ha adecuado la Ley de Propiedad Intelectual de acuerdo a patrones internacionales, aunque todavía las condiciones de apropiabilidad establecidas para los derechos de propiedad intelectual que son importantes para la innovación no protegen de forma adecuada el conocimiento generado (véase secciones 3.3.1 y 3.3.2). Asimismo, el éxito en la implementación de las políticas públicas depende del apoyo público, el cual se logra cuando existe una visión compartida por los beneficiarios de las mismas y éstos se involucran en prácticas que incorporan sus intereses y auditan el cumplimiento de objetivos. Sin embargo, en México aún no se ha implantado socialmente una cultura de CTI que identifique esos campos como las bases del bienestar.

Dispersión de recursos para CTI

La escasez y la inadecuada asignación de recursos han producido dispersión de los mismos sin lograr acumular una masa crítica de condiciones de operación ni de investigadores, empresarios innovadores, gestores de vinculación y formuladores de políticas. La mayor parte de los recursos apoyan a la ciencia mediante asignaciones asociadas a la capacidad de negociación y a las cuotas de poder y, en mucho menor grado, como respuesta a prioridades. Esto vale por igual para los apoyos a investigadores, empresas y becas de diversa índole.

No se logra trascender la asignación con otros criterios que no sean los fundados en principios «neutrales» tradicionales. Éstos han supuesto: a) extender apoyos a la ciencia per se sin discriminar prioridades ni disciplinas; b) apreciar por igual todos los esfuerzos de modernización, sin priorizarlos de manera sectorial, territorial, o por tipos de empresa; c) fomentar la formación de técnicos, profesionales e investigadores, sin

atender la importancia que deberían tener, por ejemplo, las ingenierías. El resultado es que no hay recursos suficientes que apunten hacia la construcción de subsistemas de innovación en ciertas áreas o alrededor de *clusters* de especialización, como los que surgen de ventajas reveladas en cada entidad federativa.

Debilidades de la estructura de incentivos

La apertura comercial fue vista como un mecanismo para introducir señales de mercado que provocaran los equilibrios necesarios para un crecimiento ordenado y modernizador. No obstante, las acciones de gobierno centradas en privatizar, racionalizar, reducir la injerencia pública e instrumentar políticas horizontales han resultado a todas luces insuficientes. A su vez, los agentes se adaptaron a las condiciones emanadas de los mercados y éstas no condujeron hacia un desarrollo nacional guiado por la innovación y una especialización virtuosa. Por el contrario, se generaron rentabilidades de corto plazo, empleos de oportunidad y poca competencia en actividades productivas de bienes no comerciables que se convirtieran en las opciones atractivas.

La política de competencia no ha sido suficiente para reconocer y superar esas debilidades. Se requiere corregir la estructura de incentivos. En particular, los incentivos de productividad han llevado a las EMN y los grandes corporativos nacionales y estatales a inclinarse hacia la importación de tecnología y la disminución de la transformación productiva. En el límite, prefieren la comercialización sacrificando la producción y las experiencias acumuladas. En otros casos, el mercado orienta a empresas e individuos con altas calificaciones hacia negocios rápidos y seguros que tienen lugar en actividades no expuestas a la competencia.

La mayoría de las IES y los investigadores también concentran sus objetivos y agendas de investigación hacia fuentes de financiamiento conocidas, que demandan la publicación en revistas internacionales sobre temas de frontera y que no comprometen desarrollos productivos específicos ni la solución de problemas nacionales o locales.

Escasa cooperación y trabajo en redes

Se observa una debilidad en la vinculación entre agentes —empresas, dependencias del gobierno, IES, CPI y consultores especializados— que impide hacer uso de complementariedades asociadas con conocimientos, habilidades, pericia y capacidad, con la finalidad de generar nuevas

ideas y propiciar el aprendizaje interactivo. Como resultado, se ignoran las externalidades positivas que la cooperación crea para el sistema en su conjunto, incluyendo las que produce el aprendizaje por la experiencia que surge en la relación proveedor-usuario. Una forma de intervención deseable sería aquella que propiciara el encuentro y el diálogo entre diversos agentes mediante foros de consulta, organizaciones de interfaz y otras instituciones intermedias, así como el apoyo para crear y fortalecer unidades de transferencia de tecnología en las IES y CPI.

El PECYT presentó una preocupación acerca de la promoción de interacciones; sin embargo, los recursos no fueron principalmente asignados para instrumentos que las impulsaran. En la formulación del PECITI dicha preocupación fue menos explícita pero se introducen instrumentos en esta dirección que deben ser reforzados, tales como: consorcios, redes y otros estímulos relativos a la vinculación.

Lento aprendizaje y bajo desarrollo de capacidades

Esta falla emerge cuando las empresas, en particular las pymes, no desarrollan las competencias para aprender rápida y efectivamente y se mantienen encerradas en la trayectoria tecnológica y de mercados iniciada en su origen. En términos de políticas sería conveniente estimular algunos casos exitosos para generar efectos de demostración, asignar recursos a la difusión y transferencia tecnológica, y generar mecanismos para usar las compras públicas como estímulos a la demanda de productos innovadores. De esta forma se induciría al sector productivo y empresarial, particularmente a las pymes, a introducir nuevos productos y procesos.

9.2 Hacia la identificación de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) del SNI mexicano

9.2.1 Análisis FODA para el emergente SNI mexicano

El Cuadro 1 presenta los resultados de un ejercicio de identificación de las FODA del SNI mexicano, realizado por los autores a partir de la evaluación contenida en este libro.

CUADRO 1. Análisis FODA del SNI

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none">• Mercado interno relativamente grande• <i>Clusters</i> regionales y sectoriales competitivos a nivel internacional• Cercanía a EUA y vinculación a los principales mercados• Un conjunto de IES públicas y privadas y CPI de alto nivel• Centro de atracción para la inversión extranjera directa en sectores específicos• Dotación de recursos naturales y ambientales• Diversidad cultural como fuente de creatividad	<ul style="list-style-type: none">• Bono demográfico que favorece el desarrollo de capital humano• Acceso a centros de producción de conocimiento vía movilidad de recursos humanos altamente calificados• Biodiversidad como activo potencial• Innovación basada en el conocimiento local• Aumento de la valoración social a la importancia de la innovación• Presencia de subsidiarias y aprendizaje de la fuerza de trabajo que brindan la posibilidad de pasar a atraer centros técnicos• Ingresos adicionales asociados a las remesas y a los precios de las materias primas• Comunidad mexicana en EUA con capacidad económica, empresarial y de <i>lobby</i>
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none">• Bajo crecimiento del mercado interno• Fuerza de trabajo poco calificada• Infraestructura productiva y tecnológica insuficiente• Carencia de un Estado de derecho moderno que brinde certeza a los agentes• Falta de competencia y de un sistema de incentivos que favorezcan emprendimientos basados en innovación• Sistema de innovación incompleto y desarticulado• Ineficiente gobernanza del SNI• Falta de una visión de largo plazo sobre el papel de la CTI en el desarrollo• Falta de consenso entre los actores de CTI respecto a la política apropiada• Debilidades en el diseño, financiamiento e implementación del ámbito de la innovación en la política de CTI• Incapacidad de atracción y retención de talentos• Falta de continuidad a largo plazo en los instrumentos relacionados con innovación• Recursos presupuestales escasos	<ul style="list-style-type: none">• Creciente competencia de economías emergentes• Acelerado ritmo de crecimiento de la frontera científica y tecnológica• Estrategias de países centrales para la atracción de talentos• Alto nivel de dependencia económica y tecnológica de EUA y poca vinculación con los nuevos polos de desarrollo científico, tecnológico y económico

FUENTE: Elaboración propia.

9.2.2 Capacidad del sistema para absorber recursos públicos²

Si bien no se ha hecho un estudio de mercado para valorar la capacidad de absorción del SNI respecto a los recursos públicos que se asignan para fomentar las actividades de CTI, los indicadores muestran que no hay saturación en el sistema. Por el contrario, muchos instrumentos han tenido una demanda muy superior a los recursos que se han colocado.

- El incremento del GIDE financiado por el sector productivo desde 1997 indica un mayor compromiso de este sector con las actividades de I+D e innovación (véase la Sección 2.3.2). Esta evolución sugiere que el sector productivo puede estar cada vez en mejores condiciones para utilizar los instrumentos de fomento a la I+D e innovación.³
- En el año 2002 se creó el RENIECYT, en el cual deben estar registradas todas las instituciones y personas interesadas en participar en los instrumentos de fomento. Desde 2002 hasta 2006 se observa un crecimiento de las instituciones y empresas registradas. El crecimiento en el número de empresas es muy significativo: pasó de 523 en el año 2002 a 1,270 en 2006, y corresponde al uso de los instrumentos de fomento a la I+D e innovación.
- Durante el sexenio 2000-2006 se apoyó a más de 700 empresas con Estímulos Fiscales a la I+D, Fondo de Economía y AVANCE. Aproximadamente 100 empresas han usado varios instrumentos. Cabe recordar que en el sexenio previo se apoyaron alrededor de 1,000 empresas en el marco del Programa de Modernización Tecnológica (887), del FIDETEC (26) y del PAIDEC (35).⁴ Estas cifras revelan la existencia de un núcleo de empresas con experiencia en el acceso a instrumentos de fomento a la I+D e innovación.
- Junto al crecimiento del monto otorgado a los Estímulos Fiscales se ha incrementado el número de empresas beneficiadas, el cual pasó de 150 en 2001 a 480 en 2006 (véase Sección 5.1.2, Cuadro 4).

2 FCCT (2006a).

3 Sin embargo hay que considerar que una alta proporción del gasto en I+D ejecutado por empresas, es financiado por ellas mismas.

4 Fondo de Investigación y Desarrollo para la Modernización Tecnológica (Fidetec) y Programa de Apoyo a Proyectos Conjuntos de Investigación y Desarrollo Tecnológico (Paidec).

En total, en el sexenio se otorgó el beneficio fiscal a 800 empresas. Resulta interesante observar que han recibido estímulos empresas de todos los tamaños, y que el incremento del número de empresas ha mantenido la estructura de distribución por tamaño. El 37% son empresas grandes, el 32% medianas, el 19% son pequeñas y el 13% son micro.

- El porcentaje de rechazo de solicitudes de apoyo es elevado en la mayoría de los instrumentos (Cuadro 2), lo cual revela la existencia de una elevada demanda insatisfecha. Por el contrario, los estímulos fiscales a la I+D son los únicos que presentaron una tasa de rechazo muy baja, lo cual parece estar asociado al muy rápido crecimiento de los recursos asignados a este instrumento.

CUADRO 2. Tasa de rechazo promedio de solicitudes, 2001-2006	
Instrumentos	Tasa de rechazo (%)
SNInv	28.7
Fondo de Ciencia Básica	72.9
Fondos Mixtos	56.3
Fondo de Economía	77.1
Estímulos fiscales	7.0
AVANCE*	55.6

* Se incluyen como aceptadas varias solicitudes que en 2006 estaban en proceso de evaluación o preparación de la propuesta.

A juzgar por los niveles de demanda, cabe suponer que el sni está lejos de llegar a una situación de saturación en su capacidad para absorber recursos. Sin embargo, una afirmación más contundente en ese sentido requeriría de una evaluación de las causas de rechazo para determinar si se cumple con los parámetros de eficiencia y calidad establecidos en las convocatorias.

Un modelo de política para fomentar la co-evolución de la ciencia y la tecnología con la innovación: el caso mexicano

*Gabriela Dutrénit (UAM-X; México),
Martín Puchet Anyul (UNAM, México),
Luis Sanz-Menéndez (CSIC, España),
Morris Teubal (Hebrew University, Israel),
Alexandre O. Vera-Cruz (UAM-X, México)*

10.1 Introducción¹

El presente capítulo discute la co-evolución entre la ciencia y la tecnología (C&T)² y la innovación (innov.) desde la perspectiva de un país en vías de desarrollo. Se argumenta que en el contexto de la economía del conocimiento, la co-evolución de estos campos es crucial para que estos países transiten hacia el desarrollo.

La evidencia de que algunas empresas japonesas, y posteriormente coreanas y de otros países recientemente industrializados, podían competir exitosamente con sus homólogos estadounidenses, contribuyó a centrar la atención de académicos y formuladores de políticas en las condiciones

1 Una versión previa de este documento fue presentada en el seminario «IV Globelics Conference. Innovation, Systems for Competitiveness and Shared Prosperity in Developing Countries», India, 2006; una nueva versión fue presentada en el seminario «Atlanta Conference on Science, Technology, and Innovation Policy», Estados Unidos, 2007, y una versión más corta apareció publicada como Dutrénit *et al* (2007).

2 Este ensayo integra a los agentes de la ciencia y la tecnología en una misma población (C&T) y la diferencia de la otra población que integra a los agentes de la innovación (innov.). Los autores son conscientes de que hay importantes diferencias entre la ciencia y la tecnología; de hecho un avance en la ciencia no se traduce automáticamente en un avance en la tecnología, y viceversa. Además, el sector empresarial, que es el actor de las actividades de innov., también genera conocimiento tecnológico, por lo que la tecnología podría ser tratada de forma conjunta con la innov. Sin embargo, en términos de las políticas, se considera importante distinguir al campo de la innov., asociada exclusivamente con el sector empresarial, del terreno de la ciencia y la tecnología, donde el sector académico juega un papel relevante.

necesarias para un proceso exitoso de *catching up*.³ Desde la década del 80 ha habido un repentino incremento en la producción académica centrada en las funciones que juega la C&T y la innov., y su interrelación, en el proceso de desarrollo. A pesar del número de trabajos que abordan el tema, no hay ninguno en la literatura dirigido específicamente a los problemas de la co-evolución entre la C&T y la innov., ni hay tampoco evidencia histórica decisiva sobre la existencia de un proceso de co-evolución entre estos campos en el proceso de *catching up* de la posguerra. A partir de Hobday (1995) y Kim (1997), tal parece que la mayoría de estos procesos fueron impulsados por una acumulación acelerada de capacidades innovadoras, que fue guiada fundamentalmente por el aprendizaje de la experiencia y no por la ciencia o por las actividades de investigación y desarrollo (I+D).

Sin embargo, las condiciones para el *catching up* y el desarrollo parecen haber cambiado desde esos días. Existe un consenso creciente en torno al argumento de que el conocimiento científico y tecnológico es esencial para el proceso de desarrollo. Thulstrup (1994), por ejemplo, asevera que «tecnologías altamente eficientes, incluso tecnologías de bajo costo y aquellas adaptadas para el uso local, tienden a contener una gran cantidad de conocimiento basado en investigación». Lundvall (1992 y 1996), a su vez, sostiene que el recurso fundamental de la economía moderna es el conocimiento, y sugiere que el conocimiento y el aprendizaje son más importantes en la etapa actual del desarrollo económico que en periodos históricos previos. Asevera que «no hay una forma alternativa de mejorar permanentemente si no es poniendo al aprendizaje y a la creación del conocimiento en el centro de la estrategia» (Lundvall, 1996).

Partiendo de estos argumentos, se puede afirmar que en periodos previos, la co-evolución entre la C&T e innov. no fue crucial para el desarrollo. En la actualidad es extremadamente necesario tanto mantener las innovaciones basadas⁴ en el conocimiento como capacitar a los recursos

3 La literatura especializada utiliza dos conceptos relacionados: *latecomers* y *catching up*. El término *latecomer* se utiliza para referirse a países que, partiendo de una base muy incipiente de industrialización, se incorporan tardíamente en la competencia internacional y buscan disputar a los países líderes su supremacía en la producción y exportación de algunos bienes. El término se usa también para empresas. El término *catching-up* se refiere a la capacidad de un país para reducir la brecha de productividad e ingreso que lo separa de los países líderes. Se hace también un uso más flexible y se lo asocia con procesos de desarrollo acelerado. El término se usa también para sectores, empresas y regiones.

4 Freeman y Louçã (2001) analizan la interdependencia y la co-evolución de la ciencia, tecnología, economía, políticas y cultura en Inglaterra para explicar el surgimiento de la revolución industrial. Sin embargo, si bien el objetivo de su trabajo no es analizar la co-evolución entre la ciencia, tecnología e innovación, sugieren que tal co-evolución fue crucial para el desarrollo de Inglaterra y lo seguirá siendo para procesos de desarrollo posteriores.

humanos, lo cual es requerido para el tránsito de muchos países hacia el proceso de desarrollo.

Existe un cuerpo de literatura que discute el problema de la co-evolución entre diferentes poblaciones. En esta dirección, Nelson (1994) discute la co-evolución entre tecnología, industria e instituciones; Murray (2002) se enfoca en industrias e instituciones nacionales; Murmam (2003) analiza industrias y disciplinas académicas; Metcalfe, James y Mina (2005) discuten la co-evolución entre el conocimiento clínico y las capacidades tecnológicas del sistema de innovación médico; y Sotarauta y Srinivas (2006) relacionan las políticas públicas con la innovación tecnológica, así como con el desarrollo económico en regiones tecnológicamente innovadoras.

En la misma línea, y basados en la evidencia que emergió del caso israelí, Avnimelech y Teubal (2005 y 2008) analizan la co-evolución de la ciencia, tecnología e innovación (CTI) con las políticas en industrias de alta tecnología, y proponen un modelo de ciclo de vida para fomentar la innovación y un sector de capital de riesgo nacional. Este modelo consta de tres fases, desde la promoción de la I+D en el sector empresarial, pasando por la creación de una masa crítica de nuevas empresas de alta tecnología, hasta la focalización en el sector de capital de riesgo. A lo largo del tiempo se requieren apoyos directos e indirectos a la I+D en el sector empresarial, pero tanto la combinación de ambos apoyos como los instrumentos de política apropiados evolucionan para satisfacer nuevas demandas.

El modelo de Avnimelech y Teubal (2005 y 2008) es más aplicable a países que tienen una infraestructura de C&T razonablemente sólida. Sin embargo, si consideramos que la mayoría de los países en vías de desarrollo tienen una infraestructura de C&T limitada, una débil estructura institucional, sesgos en la estructura de incentivos que afectan la conducta de los agentes, y dramáticas necesidades sociales, tales modelos deberían incluir la co-evolución de: 1) C&T, y 2) innov. Deberían considerar más explícitamente el fortalecimiento de las bases de C&T, cambios en el marco regulatorio y en la estructura de incentivos existente, un enfoque más amplio basado en apoyos horizontales y en industrias objetivo, combinando alta tecnología con otras tecnologías asociadas con ventajas reveladas y necesidades sociales.

Más aun, hay dos rasgos que caracterizan un modelo de co-evolución de la C&T y la innov. en los países en desarrollo: 1) las condiciones para generar procesos de variación, selección y retención (VSR) en C&T e innov.

son todavía incipientes, no hay ni el tamaño requerido ni la diversidad de agentes y organizaciones, y 2) las condiciones iniciales muestran que si bien hay vínculos entre los agentes y las estructuras funcionales en ambos grupos de actividades, éstos no generan procesos de co-evolución. Así, un proceso de co-evolución de C&T e innov. debe enfocarse en: 1) las capacidades, que son requeridas para la emergencia de las condiciones iniciales para el proceso de co-evolución de la C&T e innov.; y 2) las instituciones, que deben cambiar para poder transitar del modelo lineal de la CTI que persiste actualmente hacia uno de co-evolución. Este cambio de una estructura lineal a una no lineal requiere de un conjunto de políticas para ambos grupos de actividades.

A partir de la perspectiva sistémico-evolutiva de la política de innovación, y de la evaluación del SNI y de la política de CTI mexicana de 2000 a 2006 contenida en este libro, este trabajo discute las dificultades para construir procesos co-evolutivos virtuosos de C&T e innov., y sugiere las bases para un diseño de política de CTI de tres fases, para fortalecer el proceso de VSR y los mecanismos causales bidireccionales que contribuyen a tal proceso co-evolutivo.

Este documento fue elaborado inicialmente en 2007, y se basa en la combinación de instrumentos de la política de CTI (PCTI) del periodo 2000-2006. A principios de 2009 se introdujo un cambio significativo en los apoyos a la innovación: el Programa de Estímulos Fiscales a la I+D fue sustituido por el Fondo de Innovación Tecnológica (FIT), como se describe en la Sección 5.1.2. Este cambio no es contradictorio con la estrategia propuesta, por el contrario refuerza el planteo realizado en este documento de incrementar los apoyos directos para la I+D y la innovación.

Luego de esta introducción, la Sección 2 describe las bases conceptuales de un modelo co-evolutivo de C&T e innov. La Sección 3 discute aspectos clave de un modelo co-evolutivo dinámico de C&T e innov. La Sección 4 resume la evaluación del SNI y de las PCTI implementadas en los últimos seis años y discute las dificultades de construir procesos co-evolutivos virtuosos. A partir de esta evaluación, la Sección 5 propone una PCTI para generar y fomentar un modelo co-evolutivo. La Sección 6 presenta un conjunto de reflexiones finales.

10.2 Un enfoque co-evolutivo de la C&T e innov

Existe una creciente literatura que aplica conceptos de co-evolución al estudio de sistemas socioeconómicos, aunque se han reconocido algunas dificultades para transferir conceptos e ideas evolutivas del campo biológico a las áreas sociales (Nelson, 1995b, Van der Bergh y Gowdy, 2003). Los modelos evolutivos se han vuelto populares en la teoría organizacional y de gestión, en la teoría de la innovación y en la teoría de la política científica desde finales de los setenta (Hannan y Freeman, 1997 y 1984; Aldrich, 1979; Nelson y Winter, 1982; McKelvey, 1982; Langton, 1984; Metcalfe, 1995).⁵ Inicialmente, los autores se centraron en los procesos de selección y no en la intención de los agentes para explicar resultados organizacionales. Posteriormente, los argumentos co-evolutivos comenzaron a recibir más atención (Norgaard, 1984 y 1994; Eisenhardt y Galunic, 2000; McKelvey, 1999; Lewin y Volberda, 1999; Baum y McKelvey, 1999; Levinthal y Myatt, 1995; March, 1994). Esta sección describe las bases conceptuales de los modelos co-evolutivos, y analiza las características más relevantes de las poblaciones de C&T y de innov., así como un conjunto de aspectos institucionales de la CTI.

10.2.1 Las bases de los modelos co-evolutivos

El enfoque evolutivo estándar parte de la concatenación de tres procesos causales generales (variación, selección y retención) introducidos por Campbell (1969) en su modelo del cambio. La lucha por recursos escasos es considerada como un cuarto proceso en el caso de la evolución social y económica (Sotarauta y Srinivas, 2006; Aldrich, 2001).⁶

La variación, vista como la introducción de nuevas entidades, puede ser intencional —y así una alternativa activamente generada y una solución a un problema—, o puede ser ciega y motivada por presiones del ambiente de selección. El proceso de selección sucede en un ambiente específico, que incluye factores de mercado y un conjunto de elementos que no son de mercado (específicamente las instituciones). Puede ser originado de dos

5 Winder, McIntosh y Jeffrey (2005) discuten las diferencias entre un enfoque dinámico evolutivo *versus* uno mecanicista.

6 La confrontación ocurre dentro de las organizaciones cuando sus miembros persiguen metas individuales, y dentro de las economías cuando varias organizaciones persiguen sus propias metas, y aun entre economías cuando cada una persigue sus propias metas. Sotarauta y Srinivas (2006) argumentan que la lucha por recursos escasos puede llevar a nuevas variedades.

formas: primero, hay fuerzas que llevan a una selección diferencial; y segundo, puede ocurrir una eliminación selectiva de ciertos tipos de variaciones.⁷ El enfoque evolutivo subraya la adaptación al ambiente de selección, y como la mayoría de los estudios ecológicos, tiende a ignorar estrategias e intenciones de actores individuales o colectivos. El proceso de retención involucra los mecanismos para la preservación, duplicación, o reproducción de variaciones seleccionadas, de esta forma las actividades seleccionadas son repetidas en futuras ocasiones o aparecen de nuevo en el futuro. Siguiendo a Zollo y Winter (2002), la réplica es también un concepto importante en los modelos evolutivos; se refiere al proceso en el que nuevas variaciones seleccionadas son replicadas en otro lugar, en otra organización o en otra ubicación, por ejemplo en aquellas poblaciones que puedan utilizarlas.

Los de VSR son procesos causales que explican cómo se pueden producir resultados de un conjunto dado de condiciones, incluyendo recursos, incentivos y otras condiciones estructurales. Algunas características muy específicas del ambiente influyen frecuentemente la trayectoria de una población. Dado que los ambientes difieren, el mismo proceso causal puede producir resultados muy diferentes. Así, en este enfoque el ambiente dirige la evolución de las poblaciones.

Desde la contribución de Campbell (1969), se ha reconocido que las explicaciones evolutivas pueden ser aplicadas a todos aquellos fenómenos que pueden ser conceptualizados como un sistema de variación y retención selectiva, como es el caso de las PCTI, el sistema público de investigación, el sistema de universidades, y el sistema de ciencia y tecnología.

La co-evolución se refiere a la evolución de diferentes poblaciones que están causalmente vinculadas. Originalmente, se refería sólo a dos poblaciones. De acuerdo a esto, una explicación co-evolutiva requiere de dos condiciones: primero, que existan dos poblaciones analíticamente separables, cada una de las cuales está experimentando procesos de VSR, y, segundo, que la evolución de una de las poblaciones influya el camino de la otra. Más adelante, los autores introdujeron al análisis la co-evolución entre varias poblaciones, varios niveles dentro de una población, y en términos de poblaciones y/o sus ambientes. En este enfoque co-evolucionario, y por la introducción del punto de vista de los sistemas complejos, la acción de los agentes humanos en las poblaciones co-evolutivas incide en cierto grado sobre su propio ambiente de selección.

7 Como argumentan Nelson y Winter (1982), el concepto de ambiente de selección dirige la atención hacia el hecho de que la adaptación intencional o la decisión de no adaptarse a menudo involucran las preferencias de empresas y consumidores, políticas gubernamentales y/o a un conjunto amplio de factores de mercado que van desde condiciones macroeconómicas hasta el liderazgo de empresas individuales.

Un proceso co-evolutivo podría ser beneficioso o riesgoso para las poblaciones involucradas; esto depende de la relación causal particular que las une. Los ecologistas biológicos han reflexionado extensamente sobre la relación entre diferentes poblaciones y han identificado seis posibles tipos de interacciones o procesos interactivos: competencia, depredación, neutralismo, mutualismo, comensalismo y amensalismo (Murrman, 2002).

Aunque se reconoce que la co-evolución involucra causalidad recíproca entre las parejas que evolucionan, existe un conocimiento limitado sobre los mecanismos causales precisos que conducen a la co-evolución. Particularmente, las condiciones para la co-evolución de las poblaciones de c&t e innov. no han sido analizadas en la literatura.

10.2.2 Las características co-evolutivas de las poblaciones de C&T e innov

De acuerdo con Volberda y Lewin (2003), los estudios co-evolutivos deben especificar a los actores en términos de replicadores (por ejemplo, rutinas, capacidades) e interactores (individuos, unidades, organizaciones); los procesos en términos de vsr; y los resultados que deriven en un cambio de la composición emergente de una población a lo largo del tiempo. Siguiendo las recomendaciones de Murrman (2003), para saber si el modelo de vsr posee poder explicativo en las poblaciones seleccionadas —la c&t y la innov.—, esta sección se enfoca en los campos de la c&t e innov. y discute cómo son introducidas nuevas variedades a estos campos, cómo se generan presiones selectivas que eliminan algunas variedades, y cómo las variedades seleccionadas son retenidas a lo largo del tiempo para servir como materia prima para un nuevo conjunto de variedades.

La c&t y la innov. son dos actividades que transforman capacidades en resultados, así, las poblaciones pueden ser definidas en ambas dimensiones —capacidades y resultados—. Se pueden identificar dos niveles de análisis de las poblaciones: individual y organizacional.⁸ El presente ensayo se enfoca en las poblaciones de capacidades de c&t e innov. a un nivel individual (véase Cuadro 1).

8 A nivel organizacional, la población de c&t está integrada por centros de investigación y universidades, y la población de innov. por empresas innovadoras. Conforme los sistemas maduran, el monitoreo a nivel organizacional es más importante que a nivel individual. Pero cuando las estructuras institucionales son todavía inmaduras, como en el caso de los países en vías de desarrollo, es más importante mapear a los individuos.

CUADRO 1. Las poblaciones de C&T e innov. a nivel individual

Actividades	Capacidades*	Resultados
C&T	Investigadores	Ideas que son expresadas en artículos, patentes, reportes, etc.
Innov.	Ingenieros y técnicos (incluyendo doctores en ciencias e ingeniería) involucrados en actividades de innovación	Productos, procesos, servicios e innovaciones organizacionales, marcas, patentes, etc.

Algunos indicadores para medir la población de C&T podrían ser: tamaño, tipo de capacidades (investigación motivada por la curiosidad vs. investigación orientada a problemas, categorías de investigadores, disciplinas), y patrones de comportamiento (producción de artículos en vez de libros, interacción academia-industria, etc.). Algunos indicadores para la población de innov. podrían ser: tamaño, tipo de capacidades, porcentaje de la I+D total generada por el sector productivo, y patrones de comportamiento (grado de innovación, interacciones academia-industria, acceso a fondos públicos para la innovación, contratación de doctores).

Los procesos que introducen nuevas variedades en la población de investigadores están constituidos por el incremento en el número de recursos humanos en C&T, la creación de plazas para nuevos investigadores en campos de conocimiento ya existentes y en campos emergentes, particularmente aquellos enfocados a las necesidades sociales,⁹ y los incentivos actuales para estimular a los investigadores existentes a entrar en campos emergentes y la creación de grupos de investigación en campos existentes y emergentes, y por el ambiente social y cultural. El proceso de selección ocurre porque un conjunto de investigadores presenta propuestas y obtiene fondos para la investigación a través de fondos competidos, aplican para ser miembros del SNIN y son reconocidos por esta organización como investigadores,¹⁰ someten y publican artículos en revistas con dictamen de pares. Las condiciones del marco institucional y las normas sociales existentes para la C&T determinan lo que es socialmente aceptado y afectan la relación entre la agencia de CTI (CONACYT) y la investigación académica, dando forma al proceso de selección. La existencia de plazas permanentes con un ingreso competitivo, la disponibilidad de recursos para la investigación, el prestigio de las universidades o centros de investigación donde trabajan, y también las condiciones

9 Como afirman Sotarauta y Srinivas (2006) para el caso de la India: «Mientras que mecanismos externos como las nuevas reglas de comercio multilateral, incluyendo cambios en regímenes de propiedad intelectual, tuvieron una influencia selectiva en tecnologías específicas e instituciones de C&T, un seleccionador potencial más importante son las necesidades sociales básicas. En India, los diálogos sobre innovación han sido más reactivos que en Occidente, y ha habido menor exploración de los mercados locales y las necesidades locales —por ejemplo, infraestructura básica, vacunas o advertencia de desastres y sistemas de socorro (para farmacéuticas y biotecnología)».

10 El SNI constituye un incentivo económico importante ya que hay un pago mensual a sus miembros, que representa una porción elevada del ingreso total del investigador.

del marco institucional y las normas sociales particulares afectan el proceso de retención. Lo que evoluciona cuando una población de investigadores cambia es la frecuencia con la que más investigadores adoptan prácticas de comportamiento reconocidas internacionalmente.

Los procesos que introducen nuevas variaciones dentro de la población de ingenieros y técnicos involucrados en actividades innovadoras están constituidos por el incremento en el número de ingenieros y técnicos capacitados que son capaces de trabajar en el sector productivo en campos existentes y emergentes, la creación de plazas para actividades innovadoras, y los incentivos existentes para llevar a cabo actividades de I+D y para contratar ingenieros y técnicos por el sector productivo. El proceso de selección se desarrolla a través de someter proyectos de I+D y obtener recursos en fondos competidos orientados al sector productivo (por ejemplo, en el Fondo de Economía), y someter y obtener estímulos fiscales a la I+D. Las condiciones del marco institucional y las normas sociales existentes en relación a la CTI determinan lo que es socialmente aceptado y afectan las relaciones entre la agencia de CTI y el sector empresarial, dando forma al proceso de selección. Los salarios y la estabilidad, los estímulos para el desarrollo de actividades de innovación (carreras de investigadores y administrativas, cultura de innovación de las empresas, etc.), y el prestigio de la organización constituyen los mecanismos de retención en los procesos de cambio de la población de ingenieros y técnicos. La retención es también afectada por las condiciones del marco institucional y las normas sociales particulares. Lo que evoluciona cuando una población de ingenieros y técnicos cambia es la frecuencia con la que más ingenieros y técnicos adoptan prácticas de comportamiento internacionalmente reconocidas.

El ambiente para los procesos de variación en ambas poblaciones está conformado por el sistema de educación, el mercado laboral doméstico e internacional, las trayectorias científicas y tecnológicas, la posición competitiva de la industria nacional, y la política nacional de becas de posgrado. El ambiente para los procesos de selección y retención está asociado con la organización de la investigación, el presupuesto para la C&T, la combinación de instrumentos, el sector financiero, la estructura de mercado de las empresas contratantes, el mercado laboral, el marco regulatorio, y la existencia de empresas innovadoras y de una cultura de innovación. Los procesos de VSR son influenciados también por economías de escala y externalidades, procesos de aprendizaje y por la cultura.

La co-evolución de las poblaciones de C&T e innov. depende de la existencia de mecanismos causales bidireccionales que unan las trayecto-

rias evolutivas de la C&T y de la innov. Estos mecanismos afectan causalmente algunos de los procesos de vsr en cada población. Si la evolución de la C&T y la innov. está relacionada causalmente, podemos argumentar que debe haber co-evolución de ambas poblaciones.

Siguiendo a Murmman (2002), hay cuatro tipos de relaciones que califican como un ejemplo de co-evolución de C&T e innov., y pueden ser vistos como mecanismos causales bidireccionales, porque la causalidad corre en ambos sentidos entre las dos poblaciones: 1) competencia: cada población inhibe a la otra (por ejemplo la competencia entre centros de investigación públicos y privados basada en precios); 2) depredador/anfitrión: una de las poblaciones explota a la otra población (por ejemplo, ingenieros y técnicos del sector privado obtienen beneficios del conocimiento de investigadores académicos a través de contratos de investigación o contratos informales, o los investigadores académicos obtienen beneficios del conocimiento adquirido a través de la interacción con ingenieros y técnicos para escribir artículos o desarrollar nuevas patentes); 3) neutralismo: ninguna de las poblaciones afecta a la otra, por lo tanto puede haber evolución de cada población pero no co-evolución de ambas; y 4) cooperación: la interacción es favorable para ambas (llamada «mutualismo» en la literatura). Por ejemplo, en el caso de la cooperación es posible identificar cuatro mecanismos causales significativos que vinculan la trayectoria evolutiva de la C&T y la innov.: la movilidad de recursos humanos (estudiantes de doctores, técnicos e investigadores), la capacitación de recursos humanos, el intercambio de conocimiento por medios formales (contratos, seminarios, estadías) y redes informales, y el cabildeo de cada uno en nombre del otro. Estos mecanismos causales traen consigo la co-evolución en la medida en que afectan los procesos de vsr que transforman la C&T así como aquellos que transforman a la innov.¹¹

10.2.3 Aspectos institucionales de la co-evolución de la C&T y la innov

Un enfoque institucional podría contribuir a comprender cómo se generan las condiciones para la operación de procesos co-evolucionarios, pues es necesario entender: 1) ¿qué instituciones favorecen procesos de vsr?; 2) ¿qué instituciones favorecen mecanismos bidireccionales positivos y

11 Véase Murmman (2002) para el caso de Industrias e Instituciones Nacionales, y Murmman (2003) para el caso de Industrias y Disciplinas Académicas.

cuáles pueden obstaculizar a los negativos?; y 3) ¿cómo moverse de una estructura a otra que permite la co-evolución?

El comportamiento de las poblaciones que co-evolucionan está gobernado por un conjunto de normas que aquéllas han internalizado con el tiempo, y está influenciado también por restricciones asociadas a dichas normas. Vale la pena diferenciar entre aquellas normas que dan forma a *instituciones informales* por medio de rutinas, hábitos, códigos y formas de comportamiento de los agentes, de aquellas relacionadas con las *instituciones formales* que emanan de constituciones, leyes o regulaciones y establecen las reglas del juego. Tanto las normas como las reglas del juego condicionan los procesos de vsr.

¿Qué instituciones favorecen los procesos de vsr? El proceso de variación, en términos de la diversidad de comportamientos y racionalidades, está condicionado institucionalmente. Por ejemplo, si la norma de «publicar o morir» ha sido introducida en la población de investigadores, y al mismo tiempo ha sido fortalecida por incentivos derivados de reglas específicas, entonces se dificulta la emergencia de otros comportamientos asociados con asumir riesgos para explorar nuevas formas de producción de conocimiento. En la misma línea, si la idea de que únicamente se requieren innovaciones menores y de bajo costo para lograr altos beneficios ha sido introducida en la población de ingenieros y técnicos, es difícil generar comportamientos asociados con la evaluación del riesgo de la emergencia de competidores con mayores capacidades innovadoras.

Los procesos de selección y retención de cierto tipo de agentes dentro de las poblaciones son también altamente determinados por las instituciones. Actúan como filtros para la expansión de ciertos agentes en relación con otros. Por ejemplo, las becas en el caso de la población de investigadores, y los beneficios fiscales a la I+D en la población de ingenieros y técnicos, son algunas de las bases para el proceso de selección; usualmente son más demandantes que la selección natural y tienen mayor capacidad para distinguir entre diferentes competidores.

¿Qué instituciones favorecen mecanismos bidireccionales positivos y cuáles obstaculizan a los negativos? Aquellas instituciones localizadas en la interfaz entre universidades y empresas son las principales generadoras de reglas para favorecer mecanismos bidireccionales entre ambas poblaciones. Algunas de las características principales de estas instituciones intermedias que contribuyen a explicar este papel son: 1) estas instituciones son creadas a través de acuerdos entre productores y usuarios, por ejemplo entre grupos de investigadores académicos y grupos de técnicos e ingenieros;

2) definen claramente el papel que juegan los diferentes agentes —productores y usuarios— en su creación; estos agentes también fijan las reglas de operación; y 3) establecen reglas específicas con relación a la participación que puede jugar el personal de los productores y usuarios.

¿Cómo movernos de una estructura a otra que permita la co-evolución? El tránsito desde una situación sin procesos co-evolutivos hacia otra donde esos procesos son generalizados requiere de un cambio institucional. En particular, es necesario que emerjan y se consoliden aquellas instituciones que favorecen los procesos de VSR y los mecanismos bidireccionales.

10.3 Co-evolución de la C&T y la innov: hacia un modelo dinámico

Esta sección discute aspectos clave de un modelo dinámico co-evolutivo de la C&T y la innov. Se analizan dos puntos de equilibrio basados en procesos co-evolutivos; primero, una trampa de equilibrio de bajo nivel (LLET); y segundo, un punto de equilibrio de alto nivel (M^*) que sólo puede ser alcanzado por una alta inversión del gobierno en CTI y cambios institucionales. La Figura 10 ilustra estos dos puntos de equilibrio.

10.3.1 Un proceso co-evolutivo básico de C&T e innov

Si la C&T y la innov. son dos poblaciones que evolucionan, y hay vínculos entre la evolución de ambas poblaciones, se puede usar un modelo básico de co-evolución de C&T e innov. basado en las siguientes funciones: 1) $C\&T=f(\text{innov.})$; y 2) $\text{innov.}=g(C\&T)$. En estas funciones, la C&T depende de la innov., y la innov. depende de los niveles de C&T.¹² La relación entre estas dos variables en las dos funciones es un tema complejo, ya que involucra componentes tanto de empuje [$\text{innov.}=g(C\&T)$] como de jalón [$C\&T=f(\text{innov.})$]. Esto significa que hay tanto elementos de eficiencia —por ejemplo en la producción de C&T y posiblemente en la generación de aquellos tipos de C&T que favorecen la innov. (la C&T incluye capacita-

12 Es importante distinguir entre las actividades de la C&T e innov., por un lado, y los niveles, por el otro, de una variable específica de C&T que mide algunas actividades científicas y tecnológicas o de innov., que mide una actividad de innovación.

ción de mano de obra calificada para la innovación)—, como elementos de reactividad o interactividad entre los dos ámbitos, por lo que en cierto grado la innov. va a responder a las nuevas oportunidades abiertas por la c&t. Ambos elementos contendrían el efecto de empuje subyacente en la ecuación $innov.=g(c\&t)$.¹³

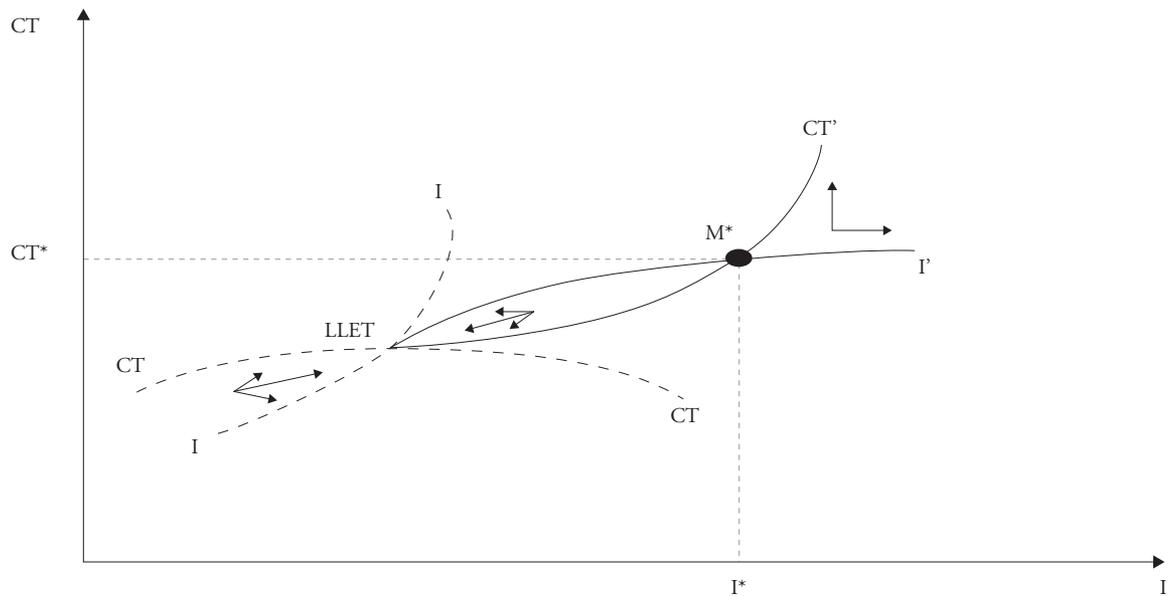
Un modelo aun más realista sugeriría que la innov. depende no sólo de los niveles de c&t sino también del cambio o de la tasa de cambio ($d(c\&t)/dt$) para considerar la posibilidad de que la adición, o «delta», de la c&t tuviera una mayor afinidad a la innovación que en el primer modelo. Esto podría resultar de áreas más establecidas (reforzando así una mayor reactividad de la innov.); o cuando los cambios más recientes en c&t fueron acompañados por cambios en la gobernanza de la c&t de tal forma que podría ser más fácil que antes para los investigadores vinculados a la c&t involucrarse más directamente en actividades de innov. Este cambio también significa que, para cualquier nivel de c&t, la reactividad de la innov. se incrementaría, de una forma que parecería ser más directa (si aquellos directamente involucrados en c&t hacen innov.).

El cuadrante SE de la Figura 1 ilustra el modelo básico; su punto de equilibrio es alcanzado en LLET. Las curvas de c&t e innov., por debajo del punto de equilibrio de LLET, incorporan lo que serían «rendimientos decrecientes» (por ejemplo, para inducir una cierta «delta» de innov. necesitamos «deltas» crecientes de c&t, o para un nivel cada vez mayor de c&t se necesitan cada vez más «deltas» de c&t para inducir un incremento de una unidad en innov.). También, para inducir un incremento de una unidad en c&t se necesitan cantidades cada vez mayores de innov. (mientras mayor es el nivel de innov., mayor será el incremento en innov. que se necesita para inducir un aumento de una unidad en c&t). Se observan fallas del sistema cuando la cantidad de c&t está por debajo de $c\&t^*$ y/o la innov. está por debajo de $innov^*$.

En términos del enfoque co-evolutivo, la existencia de rendimientos decrecientes está asociada con las características de ambas poblaciones. Particularmente, el tamaño relativamente reducido de las poblaciones, como se ilustra en la posición del punto LLET e incluso del punto M^* en la Figura 1, dificulta el tener un alto grado de variación entre los individuos. Al mismo tiempo, la pequeña escala hace menos probable la aparición de vínculos entre las poblaciones, lo que podría conducir a rendimientos crecientes. En otros términos, cuando hay mucha variación y mecanismos bidirec-

13 Se necesitan nuevas investigaciones para explicar las relaciones básicas asociadas tanto con la eficiencia como con la reactividad, tanto en los efectos de empuje como de jalón.

FIGURA 1. Diagrama de fase de un proceso co-evolutivo



cionales virtuosos entre las poblaciones, es posible que más vínculos con rendimientos crecientes aparezcan. Pero cuando una reducida variación no permite una alta expansión de los investigadores que trabajan en instituciones académicas, esto origina un incremento de los ingenieros y técnicos trabajando en empresas que es menos que proporcional. Al mismo tiempo, el limitado tamaño de la población de ingenieros y técnicos y la carencia de vínculos también determinan que su expansión induciría también un incremento menos que proporcional de los investigadores. Las curvas puntuadas muestran escasos procesos de variación y limitados vínculos bidireccionales, que son ilustrados a través de funciones de interacción entre las capacidades de C&T e innov. con rendimientos decrecientes.

La pendiente de la curva de $g(\text{C\&T})$ es mayor que la pendiente de la curva de $f(\text{innov.})$ en el punto de intersección. El punto de equilibrio es llamado «trampa de equilibrio de bajo nivel» (LLET). En este punto, para incrementar la innov. en una unidad se necesita una mayor cantidad de C&T que la cantidad que sería inducida por tal incremento unitario en la innov. Esta condición explica por qué el sistema es estable, de hecho LLET es un equilibrio estable; habría un proceso co-evolutivo que condujera a este punto, pero el sistema no se moverá más allá de este punto. Es por esto que es una trampa de equilibrio de bajo nivel. Ningún proceso co-evolutivo puede mover al sistema más allá del punto LLET, este es un punto de atracción. Esto muestra la existencia de algunas capacidades de C&T e innov., pero ellas no pueden moverse hacia adelante de forma significativa.

Las diferencias positivas entre los rendimientos marginales de la innov. como una función de la C&T, en relación a aquellos observados por la C&T como una función de la innov., se pueden explicar por la inmadurez del SNI. Esta característica del sistema puede ser determinada por una mayor capacidad de la población de innov. de transformar los insumos de la población de C&T que viceversa.

Esta disparidad de los rendimientos marginales está basada en las diferencias observadas en los procesos de selección y retención en ambas poblaciones. La supervivencia de un investigador está estrechamente relacionada con la producción de artículos, que usualmente no requieren muchos vínculos con empresas. Estas condiciones de selección suponen que el efecto de la C&T sobre la innov. es menos que proporcional, tanto en promedio como entre incrementos marginales. En la misma línea, la supervivencia de un ingeniero o de un técnico depende de sus habilidades para generar mejores productos o procesos que incrementen el beneficio de la empresa en el corto plazo. Usualmente esto no requiere vínculos

con instituciones académicas. De la misma forma, esta selección explica porqué el efecto de la innov. sobre la C&T es menos que proporcional, tanto en promedio como entre incrementos marginales.

Los rendimientos marginales asociados con la innov. sobre la C&T son menores que los generados por la C&T sobre la innov. En términos co-evolutivos, esto significa que los procesos de retención y selección de la población de investigadores tienden a generar más vínculos hacia la población de ingenieros y técnicos que viceversa. Estas características de los procesos de selección y retención usualmente son asociadas con las condiciones de los países en desarrollo, y contribuyen a explicar por qué en este tipo de economías las magnitudes de C&T e innov. están localizadas en el área limitada por las líneas punteadas de CT^* e I^* . El patrón co-evolutivo descrito arriba explicaría así aquellos SNI que pueden ser representados por las curvas punteadas de CT e I en la Figura 1. Este patrón co-evolutivo explica la dinámica alrededor de LLET que caracteriza a los países en desarrollo, en otras palabras, explica una trampa de bajo crecimiento.

A pesar de insertarse en una trayectoria co-evolutiva de la C&T y la innov., si se está por debajo del LLET, el SNI exhibe en su conjunto una especie de rendimientos decrecientes dinámicos. En otras palabras, en la región entre las dos curvas por debajo del punto de equilibrio LLET, un incremento en C&T traerá consigo un incremento en innov. y esto a su vez incrementará la C&T. Pero este proceso perderá vigor (incrementos menores a lo largo del tiempo) y eventualmente se detendrá. Con una curva de innov. más alta, que significa que el costo de innov. es mayor en términos de la C&T, o una curva de C&T más baja, como resultado de un incremento en los costos de la C&T en términos de la innov., se alcanzará un punto LLET pero con menores niveles de C&T e innov.

En el modelo básico de co-evolución de C&T e innov. descrito arriba, la única forma de incrementar la C&T y la innov. sería con un apoyo gubernamental permanente, lo que movería las curvas hacia arriba (las curvas dependen de cuánto del apoyo permanente se va a C&T y cuánto a innov.). En otras palabras, el sistema por sí mismo no crece, y cualquier apoyo otorgado por una vez llevará solamente a incrementos temporales en las actividades, que terminarán una vez que dicho apoyo sea absorbido, y el sistema regresará así al punto LLET.

La única forma de precipitar un nuevo y más dinámico (o hasta permanente) proceso co-evolutivo sería transformando el proceso en uno caracterizado por *rendimientos crecientes dinámicos*. Esto puede ser visualizado en términos de generar un nuevo conjunto de curvas desde el punto

de LLET, con una pendiente de la curva de innov. menor que la pendiente de la curva de C&T. Esto significa que la curva de C&T se vería como inclinada hacia arriba a un ritmo creciente mientras la curva de innov. se vería como inclinada hacia arriba a un ritmo decreciente.

El nuevo conjunto de curvas comienza en el punto de LLET pero se interceptaría en un nuevo punto, que puede ser nombrado el punto de la masa crítica (M^*). El sistema no va a desplazarse automáticamente desde el punto LLET hasta M^* , ya que cualquier desviación desde LLET haría que el sistema regresara a este punto. Lo que se necesita es un incremento discreto tanto en C&T como en innov. para desplazar el sistema hasta M^* . Una vez que esto sucede, comenzaría un nuevo proceso de co-evolución virtuosa.

10.3.2 Los cambios requeridos para transformar el modelo

La descripción de la sección anterior se refiere a un modelo muy sencillo pero muy sugerente. El desplazamiento desde LLET hasta M^* requiere de tres tipos de eventos: 1) un desplazamiento tanto en la curva de C&T como en la curva de innov. en la dirección mencionada anteriormente; 2) un gran empuje en inversión gubernamental, tanto en C&T como en innov., para poder llegar a un punto donde comience un nuevo y virtuoso proceso co-evolutivo; y 3) un conjunto de políticas para mantener el proceso co-evolutivo. El primer evento necesita un aumento en la eficiencia y gobernanza de la CTI (la PCTI podría tener un fuerte efecto en ella); el segundo y tercer eventos serían un intento explícito del gobierno para activar o precipitar el nuevo proceso co-evolutivo. Así, para poder alcanzar el punto M^* se requiere un conjunto de políticas para precipitar o activar el proceso. Pero, una vez alcanzado el punto M^* , es necesario sostener el proceso co-evolutivo.

1. Incrementos en la eficiencia de la C&T y la innov. y en su gobernanza (y probablemente también amplios cambios institucionales)

La C&T y la innov. deberían ser más eficientes y reactivas; esto implicaría definir una nueva función de la C&T, que se ubicara por encima de la vieja función (por ejemplo comenzando en el punto LLET), y una nueva función de innov. que se ubicara por debajo de la vieja función. Pero esto no sería suficiente; se necesitaría también que en M^* la pendiente de la curva

de $C\&T$ fuera superior a la pendiente de la curva de innov., lo que significa que un incremento en una unidad de innov. requiere un «delta» de $C\&T$ menor que el «delta» de $C\&T$ inducido por un incremento de innov. Esta sería la condición para iniciar un proceso co-evolutivo virtuoso comenzando en el punto M^* , en la dirección NE (por ejemplo, en el espacio entre las dos curvas que comienzan en M^*).

¿Cómo lograr esto? Los procesos de variación y selección de ambas poblaciones y la capacidad de generar mecanismos bidireccionales entre ellas deberían cambiar a fin de generar las condiciones para que los *rendimientos decrecientes dinámicos* se transformen en *rendimientos crecientes dinámicos*. Este cambio también dependerá de otras normas no sólo asociadas al comportamiento de «publica o muere» por parte de los investigadores, o la introducción de innovaciones mínimas para alcanzar beneficios de corto plazo por ingenieros y técnicos. También parecen ser cruciales algunos cambios en la gobernanza de las universidades, tales como otorgar un mayor poder a los profesores jóvenes en áreas de tecnologías de la información y las comunicaciones para establecer prioridades en la asignación de fondos hacia la enseñanza y la investigación; cambios en el estatus de los profesores universitarios, de ser empleados del gobierno a ser empleados de organizaciones semipúblicas; cambios en la distribución de los ingresos procedentes de las patentes y la concesión de licencias de tecnología entre la universidad, el departamento y el investigador; reformas legales para facilitar a los profesores el establecimiento de empresas *start up* y que estas empresas puedan utilizar equipo indivisible y servicios en las universidades, etc. Un gran reto sería identificar un pequeño número de perfiles de sistemas universitarios y gobernanza universitaria a fin de determinar posibles implicaciones para desplazamientos más allá del punto LLET.

2. Un aumento discreto en los recursos por parte del gobierno para desplazar el equilibrio desde LLET hasta M^*

El salto desde LLET hasta M^* depende del incremento de la variación en ambas poblaciones. El número de investigadores e ingenieros y técnicos debería incrementarse notablemente. Sería necesario introducir un esfuerzo fuerte y simultáneo en ambas poblaciones, que debería ser distinguido del esfuerzo rutinario, desarrollado diariamente para mantener la operación del sistema. Lo que se requiere es una fuerte inversión gubernamental en CTI, más allá del presupuesto actual, que debería mantenerse al menos por un corto periodo. Esto podría requerir un cambio

en la gobernanza de las políticas de CTI, con una división de poderes más balanceada entre el secretario de Hacienda, por un lado, y los comités intersecretariales que abordan globalmente el tema de la CTI, por el otro.

3. Políticas para sostener el proceso co-evolutivo

Para alcanzar el punto M^* se requieren políticas que «activen o precipiten el proceso». Una vez que se alcanza el punto M^* , también es necesario un conjunto de políticas «para sostener el proceso co-evolutivo». Más aun, es preciso diseñar políticas para superar el punto M^* . De acuerdo a las condiciones iniciales de C&T e innov., es esencial identificar la adecuada combinación de instrumentos que contribuya a generar un nuevo conjunto de curvas que se deberían interceptar en el punto M^* . Este es un tema que requiere un mayor análisis, por encima del objetivo de este ensayo.

Los argumentos anteriores sugieren que si el gobierno pone más dinero sin cambios institucionales y de gobernanza, se generarán procesos co-evolutivos no virtuosos de la C&T y la innov. (o si introducen cambios puramente institucionales sin una inversión significativa en recursos). Políticas poco sistemáticas traerán sólo mejoras temporales sin contribuir a que el SNI se inserte en una nueva, y mayormente endógena, trayectoria co-evolutiva. Únicamente ambas condiciones asegurarían que un nuevo proceso co-evolutivo de C&T e innov. sea activado y que las fallas del sistema (analizadas en detalle en el Capítulo 9) que bloquean el crecimiento y la endogenización de la C&T sean superadas.

10.4 Las dificultades para construir procesos co-evolutivos virtuosos en el caso mexicano

El análisis de las dificultades para construir procesos co-evolutivos virtuosos de la C&T y la innov. en el caso mexicano está basado en la evaluación global del SNI y las políticas de CTI de la última década realizada en este libro. En esta sección se retoman aquellos elementos de la evaluación que son requeridos para el análisis co-evolutivo descrito en la Sección 10.3.

México tiene cinco problemas económicos y sociales clave: 1) bajas tasas de crecimiento en las últimas décadas; 2) especialización de la exportación en industrias de mediana y alta tecnología asociadas a cadenas globales, pero con bajas actividades de I+D en México; 3) una tendencia

hacia la reducción de la competitividad; 4) algunos nichos internacionales en industrias basadas en recursos naturales, pero que todavía no compiten en base a la tecnología; y 5) alta desigualdad y pobreza. En conjunto, estos problemas económicos y sociales clave están detrás de las características del SNI. El desempeño del SNI está influenciado por la evolución de las poblaciones de c&t e innov. Estas poblaciones han evolucionado lentamente —en comparación con los estándares internacionales—, a diferente ritmo y a veces en distintas direcciones. Más aun, estas poblaciones confrontan serias dificultades para construir mecanismos bidireccionales.

Esta sección bosqueja las características clave que dan forma a la senda evolutiva de las poblaciones de c&t e innov., presenta evidencia relacionada con las dificultades que se han observado para construir procesos co-evolutivos, y discute las condiciones iniciales que se presentan de una trampa de equilibrio de nivel extremadamente bajo y el contexto y marco institucionales para el proceso de selección.

10.4.1 Debilidades de los procesos de VSR y los mecanismos causales bireccionales

Los procesos de vsr de ambas poblaciones son influenciados por características muy específicas del ambiente al que se tienen que adaptar. Así, de alguna forma, el ambiente dirige la evolución de las poblaciones. Un factor principal del ambiente de selección que influencia esos procesos es la limitada prioridad política y social que el gobierno y la sociedad han asignado tradicionalmente a la CTI. Esto se ve reflejado en los bajos niveles de inversión —en relación con los estándares internacionales— en tales actividades por los diferentes agentes del SNI. De acuerdo a los objetivos fijados en el Programa Especial para c&t 2001-2006 (PECYT), el gasto nacional en CTI tendría que haber alcanzado niveles equivalentes a 1.5% del PIB para 2006;¹⁴ el gasto en investigación y desarrollo experimental (GIDE), a su vez, tuvo que haber alcanzado 1.0% del PIB. Las cifras muestran que desde los noventa el gasto federal en c&t (GFCT) y el GIDE se han ubicado por debajo del 0.5% del PIB —véase la Gráfica 9 en la Sección 1.3 y la Gráfica 13 en la Sección 2.3.1—, por lo cual permanece una

14 El gasto nacional en CTI incluye inversiones de los sectores privados, públicos y sociales en I+D, educación de posgrado y servicios de c&t en un año determinado.

brecha considerable con relación a los objetivos planteados. Además, el esfuerzo mexicano está muy por debajo de los estándares internacionales —véase Gráfica 14 en la Sección 2.3.1—. La tendencia al estancamiento de la inversión pública en CTI ha sido acompañada por una distribución desequilibrada de los recursos entre las diferentes actividades de CTI en detrimento de la innovación, particularmente en el caso del presupuesto manejado por el CONACYT, como se analiza a continuación.

El proceso de variación

1. La población de c&t

Para ilustrar los procesos que introducen nuevas variaciones dentro de la población de c&t nos basaremos en un conjunto de indicadores ya analizados en este libro: la evolución del número de investigadores académicos, la tendencia de la oferta de posgrados en c&t, la distribución geográfica e institucional de la c&t, y un conjunto de incentivos que estimulan a los investigadores existentes a entrar a campos emergentes y a la creación de grupos de investigación basados en nuevas formas de producción de conocimiento.

Lento incremento en el número de investigadores académicos. La comunidad académica ha crecido a lo largo del tiempo al ritmo de la población y del empleo (ver Sección 2.3.4). Pero no hay cambios sustanciales respecto a las condiciones iniciales de una pequeña comunidad de acuerdo al tamaño de la economía, la población y sus necesidades, existentes a principios de los noventa. Los investigadores académicos representan sólo 0.5 de cada mil empleados. Esta cantidad y este porcentaje son bajos comparados con Corea, España y otras economías que muestran un buen desempeño. Los investigadores académicos representan el 83.8% del total de investigadores, lo que denota un enfoque académico en las actividades de I+D en México.

Fuertes impulsos para incrementar la oferta de posgrados en c&t por medio de becas. Desde 1971 el CONACYT ha patrocinado 150,000 becas para estudios de posgrado en México y en el extranjero. Ha habido un incremento en el número de becas nacionales en la medida en que nuevos programas de posgrado han sido establecidos y se ha incrementado su calidad académica (véanse las secciones 6.1 y 7.2.3). Se han asignado becas en diferentes disciplinas y enfoques, sin mucha priorización. En 2005 este programa representaba un tercio del presupuesto del CONACYT, lo que sugiere la impor-

tancia asignada por la política de CTI a la formación de recursos humanos. Desafortunadamente, este esfuerzo financiero no se ha visto acompañado por la creación de puestos de trabajo para la retención de los posgraduados. Aunque México tiene un buen desempeño en términos de la oferta de graduados en C&T comparado con otros países, debido al tamaño de la población, los resultados en términos del número de doctores graduados por año en México y la cobertura son menos exitosos (OCDE, 2006).

Existe una alta concentración geográfica e institucional que influye sobre el efecto positivo que pudiera tener la variación asociada con el incremento en el número de investigadores y la oferta de recursos humanos altamente calificados. Esta concentración institucional y regional de capacidades de C&T atenta contra la diversidad y variación requeridas para la investigación científica. Además, dificulta el enfoque de la investigación hacia problemas relevantes a nivel local. La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) concentra el 24.6% de los investigadores académicos. Los principales campus de las cuatro instituciones más grandes (UNAM, UAM, IPN y CINVESTAV) están localizados en la Ciudad de México, concentrando más del 40% de los investigadores académicos mexicanos. En los últimos diez años ha habido una importante preocupación por la regionalización de las capacidades de C&T, como se señala en los programas de C&T, pero los resultados son todavía limitados (véase Sección 7.1.3).

Hay algunos incentivos para estimular a los investigadores existentes a entrar a campos emergentes, pero los recursos son limitados. Desde los comienzos del año 2000 el CONACYT introdujo, reformó o continuó implementando un conjunto de instrumentos de política y programas en apoyo a las actividades de CTI. Se destacan los fondos sectoriales y mixtos (véase la Sección 4.2), los cuales fueron diseñados como fondos competitivos para promover el desarrollo y la consolidación de capacidades de CTI de acuerdo a las necesidades estratégicas de cada sector participante (investigación básica, economía/innovación, energía, agricultura, etc.), y para adaptar capacidades de CTI y proyectos de desarrollo a las demandas locales, respectivamente. Estos son instrumentos nuevos que pueden contribuir a los procesos de variación a través de sectores y regiones. Desafortunadamente, sólo el 16.4% del presupuesto de 2004-2005 fue asignado a los fondos mixtos y sectoriales. De estos recursos, la investigación aplicada absorbió el 9% y la investigación básica el 7.4%.

Incentivos para la creación de grupos de investigación en campos existentes y emergentes. En la última administración se tomaron algunas acciones para promover el trabajo en equipo y la creación de redes para la investigación académica. Las convocatorias para proyectos de fondos mixtos y sectoriales contienen propuestas para diferentes formas de producción de conocimiento, tanto trabajo individual como grupos de investigación. Los comités de evaluación han tenido cierta inclinación por las propuestas presentadas por grupos de investigación. Como resultado, en el caso del fondo sectorial de ciencia básica, el financiamiento para los grupos de investigación ha crecido del 16.7% del presupuesto total en 2000 hasta el 32.4% en 2005.

2. La población de innov

El proceso que introduce nuevas variaciones dentro de la población de innov. puede ser ilustrado a través de un conjunto de indicadores relativos a: el apoyo público directo a la I+D y a otras actividades de innovación; las tendencias del gasto en I+D y en otras actividades de innovación por las empresas; y la evolución del número de ingenieros y técnicos que son capaces de trabajar en el sector productivo en campos existentes y emergentes.

Apoyo directo limitado y no articulado para la innovación. A lo largo del tiempo, el CONACYT ha carecido de la capacidad para promover la inversión en CTI por el sector privado, y los cambios en la PCTI de esta década han contribuido poco a modificar esta situación. En el periodo 2002-2006, en un contexto de baja inversión en CTI, el presupuesto del CONACYT muestra un sesgo a favor de los incentivos económicos de los investigadores académicos (SNINV) y de la formación de recursos humanos, los cuales representaron en total el 58.7% de su presupuesto. En contraste, los recursos para promover la innovación por el sector privado son extremadamente bajos: representaron el 4.4% para los mismos años (véanse la Sección 4.3 y el Cuadro 3). El instrumento más exitoso han sido los beneficios fiscales de I+D, que al ser un estímulo fiscal no se ha incluido en el presupuesto del CONACYT (véase Sección 7.2.1). Como se analiza en la Sección 5.1.2, este instrumento ha presentado un sesgo a favor de las grandes empresas, y la asignación de recursos hacia las pymes para estimular la innovación ha sido limitado.

Ha habido incrementos del gasto del sector privado en I+D a través del tiempo pero aún se mantiene un bajo nivel de gastos en I+D y en otras actividades de innovación. Ha aumentado la contribución del sector empresarial al GIDE, su participación se ha duplicado desde 1995 hasta 2005; en 2005 se su-

peró el objetivo nacional de 40%, pero todavía se está muy por debajo del objetivo de Lisboa del 70% (véase Sección 2.3.2). Además, este cambio en las fuentes de financiamiento del GIDE se ubica en un contexto de estancamiento del GFCT. De esta forma, este incremento de la participación del sector privado tiene poco impacto en el indicador del GIDE como porcentaje del PIB; prácticamente el sector privado ha sustituido a la inversión pública. La intensidad del gasto privado en I+D como porcentaje del PIB ha crecido del 0.06% en 1995 hasta 0.16% en 2004, lo cual es extremadamente bajo comparado con los estándares internacionales. El incremento de este indicador está en gran medida asociado con los estímulos fiscales de I+D, que han crecido desde 36 millones de dólares en 2001 hasta 273 millones en 2005. Como se analiza en la Sección 5.1.2, el número de empresas que solicitaron estímulos fiscales de I+D se ha incrementado de 193, cuando este programa fue establecido, a 1,045 en 2006. En conjunto, durante todo el periodo 2001-2006, 800 empresas fueron beneficiadas. El grupo de empresas que realiza I+D, medido por las que han sido beneficiadas, está integrado por empresas de todos los tamaños; sin embargo, 26 grandes empresas explican 54% del total. Aunque este instrumento ha estimulado que muchas empresas se involucren en actividades de I+D, no es claro qué tipo de I+D han realizado las empresas. Particularmente porque el número de doctores trabajando en la industria y en general el personal de I+D (ingenieros y técnicos) es todavía muy bajo, y hay pocos grupos de I+D trabajando en el sector privado.

Incremento en el número de ingenieros y técnicos capacitados para trabajar en el sector productivo en campos existentes y emergentes. En los países de la OCDE, los investigadores del sector empresarial continúan constituyendo el grueso de la población de investigadores. El caso mexicano muestra un incremento importante en el número de ingenieros y técnicos trabajando en actividades relacionadas a la investigación en el sector empresarial, tanto como porcentaje por cada mil empleos en industria (de 0.1% en 1995 a 0.4% en 2004) como en relación con el porcentaje del total de investigadores nacionales (de 10.3% a 40.4% en los mismos años). De hecho estas cifras revelan que el número de ingenieros y técnicos ha crecido más rápido que el de investigadores académicos (véase Sección 2.3.4.2).¹⁵ No obstante, las cifras son todavía muy bajas en comparación con las tendencias internacionales (véase Sección 2.3.4.4).

15 Los datos oficiales proporcionan esta tendencia, que está lejos de lo que la comunidad de C&T imaginaría. Tal vez problemas estadísticos están generando un sesgo, como la subvaluación de los investigadores empresariales en el pasado y una mejor recopilación de información en el presente. En cualquier caso, este capítulo está basado en datos oficiales.

El proceso de selección

1. La población de c&t

El proceso de selección en la población de c&t puede ser ilustrado a través de los procedimientos y el número de investigadores reconocidos por el SNINV, el uso de fondos competitivos para asignar recursos de investigación, y la evolución de publicaciones en revistas ISI.

Investigadores en el Sistema Nacional de Investigadores. El número de investigadores reconocidos por el SNINV ha crecido rápidamente (véase Gráfica 18 de la Sección 2.3.4), sin embargo el SNINV reconoce aproximadamente la mitad del total de investigadores académicos del país. Además, hay una tendencia al envejecimiento de la comunidad académica, ya que la contratación de investigadores jóvenes es mucho más lenta que la jubilación de investigadores maduros. El tamaño reducido no permite la variedad requerida para mantener un sólido proceso de selección. Además, la tasa de rechazo en la actualidad es sólo del 25%; y ha sido reducida sustancialmente, lo que sugiere un proceso de selección más amplio para la nominación de los niveles más bajos.

La mayoría de los fondos de investigación son asignados en base al mecanismo de los fondos competitivos, y tienen un bajo porcentaje de éxito. Los fondos sectoriales y mixtos fueron introducidos en 2001, como se ha descrito anteriormente. Son los mecanismos principales para asignar fondos de investigación, ya que sólo la UNAM tiene financiamiento institucional para la investigación. En el caso del Fondo Sectorial de Investigación Básica, el porcentaje promedio de rechazo ha sido del 60% para el periodo 2002-2005. En el caso de los fondos mixtos, ha sido del 57%. Estas cifras revelan un proceso de selección muy competitivo.

Incrementos en el número de artículos en revistas ISI. Como resultado de la propia trayectoria de los investigadores académicos y de los estímulos asociados con el SNINV, entre 1990 y 2004 México ha incrementado su producción científica a una tasa anual de 11.24%; tasas similares son observadas en Brasil. Sin embargo, esta trayectoria no ha cambiado significativamente su contribución relativa a la producción mundial, que es sólo 0.52%, por debajo del 1.32% reportado por Brasil. Como se analiza en la Sección 2.4.1, México observa una especialización relativa en física; biología vegetal y animal; agricultura, ganadería y pesca; ciencia y tecnología de alimentos;

ingeniería eléctrica, electrónica y automatización; y electrónica y tecnologías de la comunicación. Como ha sido analizado anteriormente, en el caso del número de investigadores académicos, hay una alta concentración de la producción científica: 15 instituciones académicas, de 85, explican el 70.4% de las publicaciones mexicanas en revistas ISI, y únicamente una institución, la UNAM, genera un tercio de los artículos.

Hay más incentivos para la investigación motivada por la curiosidad que para la investigación orientada a los problemas. Los incentivos asociados con el SNINV y la preocupación por incrementar el número de publicaciones en revistas ISI están influenciando a la investigación académica hacia temas motivados por la curiosidad, que son relevantes para las fronteras de las disciplinas. Esto actúa en detrimento de la investigación orientada hacia problemas nacionales, como salud, medio ambiente o alimentación.

2. La población de innov

El proceso de selección en la población de innov. puede ser ilustrado a través del uso de los fondos competitivos para asignar recursos, y la importancia asignada a los estímulos fiscales de I+D.

Existe una alta tasa de rechazo en los instrumentos públicos orientados a apoyar la innovación en el sector empresarial. La tasa de rechazo del fondo sectorial de economía, para innovación en el sector empresarial, fue de 72% durante 2002-2005, mostrando una alta competencia. Esta fue la tasa de rechazo más alta de todos los fondos sectoriales y mixtos. AVANCE también observó una alta tasa de rechazo (63%). Estas tasas parecen estar más asociadas con la cantidad limitada de recursos asignados a estos instrumentos que con la calidad de las propuestas.

Aumento en la importancia de los estímulos fiscales a la I+D. Como se ha dicho anteriormente, en 2001 se introdujeron los estímulos fiscales a la I+D. En contraste con otros países, este instrumento tuvo un techo presupuestal establecido anualmente por la Secretaría de Hacienda, que fue creciendo rápidamente desde la creación del instrumento hasta el año 2008. La cantidad se incrementó de 415 millones de pesos en 2001 a 4,500 millones en 2007. La tasa de rechazo fue muy baja, sólo 11% durante el periodo 2002-2005, pero se incrementó al 49% en 2006. El proceso de selección fue poco estricto, de acuerdo a muchos especialistas, particularmente en los primeros años. De hecho, durante este proceso

de aprendizaje sobre cómo administrar este instrumento, se observaron comportamientos oportunistas, tanto en empresas como en consultoras. Existe evidencia de que este instrumento ha apoyado más las actividades de desarrollo y diseño incremental, que de investigación y experimentación (véase Sección 7.2.1).¹⁶

El proceso de retención

El proceso de retención es particularmente limitado en ambas poblaciones. En el caso de la población de C&T, el esfuerzo por incrementar el número de estudiantes de posgrado no ha sido acompañado por la creación de nuevos puestos de trabajo para contratarlos. Además, las inapropiadas condiciones para el retiro y la falta de definición de una edad para la jubilación limitan el proceso de renovación natural de la comunidad académica.

En el caso de la población de innov., la carencia de una cultura de innovación en el sector empresarial, y el número limitado de empresas que llevan a cabo actividades de innovación de novedad mundial y que diferencian las carreras administrativas de las técnicas, no favorecen los procesos de retención.

La pasada administración del CONACYT estaba particularmente interesada en conectar la oferta y la demanda de conocimiento en áreas estratégicas y promover vínculos entre diferentes agentes, particularmente entre IES y CPI con el sector empresarial. En esta línea, se concretaron algunas acciones para promover la contratación de ingenieros, técnicos y doctores por el sector empresarial (véanse secciones 5.1.5 y 8.2). Sin embargo, estos nuevos mecanismos están todavía lejos de tener éxito en cambiar las características del proceso de retención.

Mecanismos causales bidireccionales

El caso mexicano muestra que hay limitados vínculos entre los agentes. Existe un limitado alcance de los vínculos entre los agentes que producen y los agentes que usan el conocimiento, lo cual no permite la articulación para generar efectos acumulativos virtuosos. Particularmente, se observa una escasa cooperación para la innovación. Como se analiza en la Sección 8.1.2, las empresas innovadoras tienden a basarse en fuentes internas y en I+D

16 En 2009 este instrumento desapareció y fue en cierta medida sustituido por el Fondo de Innovación Tecnológica (FIT), para estimular directamente a las actividades de innovación.

desarrollada internamente. Tienden a cooperar más con otras empresas que con IES y CPI.

Los instrumentos principales utilizados por el CONACYT para la asignación de recursos no estimulan el establecimiento de vínculos entre agentes. Los incentivos económicos principales para promover vínculos academia-sector empresarial en actividades de I+D están asociados con el Fondo Sectorial de Economía, AVANCE y la experiencia piloto de los consorcios público-privados, que han recibido recursos muy limitados. Adicionalmente, la forma en que se realizan los procesos de selección, influenciados fuertemente por objetivos guiados por la curiosidad, afecta negativamente los mecanismos causales bidireccionales (véanse las secciones 7.1 y 7.3).

La Sección 10.2 describe cuatro tipos de relaciones, que se califican como un ejemplo de procesos co-evolutivos, y que pueden ser vistos como mecanismos causales bidireccionales, porque la causalidad fluye en ambos sentidos (competencia, depredador/anfitrión, neutralismo y cooperación). En el caso mexicano, éstos son observados en diferentes grados en las poblaciones de C&T e innov.

Se observan algunas experiencias de competencia, por ejemplo, entre los laboratorios públicos y privados a partir de los precios de los servicios. Hay también unas pocas experiencias de depredador/anfitrión, como en algunos casos donde los ingenieros y técnicos del sector privado se benefician del conocimiento generado por investigadores a través de contratos de investigación o contactos informales, o cuando investigadores académicos se benefician del conocimiento adquirido a través de la interacción con ingenieros y técnicos, para escribir artículos o desarrollar nuevas patentes.

La cooperación se observa más comúnmente, lo que significa que la interacción, cuando ocurre, es favorable para ambas poblaciones. Los mecanismos causales más observados que vinculan la trayectoria evolutiva de la C&T y la innov. son la movilidad de recursos humanos y la capacitación. En contraste, el intercambio de conocimiento por medios formales (contratos, seminarios, estancias) y por redes informales, y el cabildeo de cada agente en el nombre del otro es menos frecuente. Desafortunadamente, el neutralismo está ampliamente difundido en el caso mexicano, lo que significa que ninguna de las poblaciones afecta a la otra, por lo que puede haber evolución de cada población pero no co-evolución de ambas.

Hasta ahora la evidencia ilustra que el camino evolutivo de cada población ha sido bastante débil, debido a las restricciones de los procesos VSR de cada una de las poblaciones. Además, se han identificado difi-

cultades para construir mecanismos bidireccionales que apoyen procesos co-evolutivos. Así, se puede argumentar que no ha habido procesos co-evolutivos sostenidos entre las poblaciones de C&T e innov. El ambiente de selección, y particularmente las limitaciones presupuestarias y la estrecha cultura de CTI de la sociedad, han tenido una fuerte influencia en su desempeño. Aunque se conoce que las acciones de los agentes en las poblaciones que co-evolucionan, hasta cierto punto, inciden sobre su propio ambiente de selección, el caso mexicano muestra debilidades en los procesos co-evolutivos y así también en la capacidad de los agentes para transformar radicalmente su contexto.

Vale la pena destacar que durante la última administración se introdujo un gran número de instrumentos y programas operados por el CONACYT, pero ha habido limitados cambios en el balance entre los diferentes incentivos, y no se ha generado un impulso significativo para la generación de nuevas normas sociales relacionadas con la CTI. Los agentes, mayormente aquellos de la educación pública y del sistema de investigación, enfrentan estímulos contradictorios para actuar en diferentes direcciones. Por un lado, algunos instrumentos han motivado a los investigadores a llevar a cabo cada vez más investigación aplicada orientada a la innovación —por ejemplo AVANCE, el Fondo Sectorial de Economía—, e I+D con una orientación hacia la solución de problemas nacionales —la mayoría de los fondos sectoriales y todos los fondos mixtos, pero han recibido muy limitados recursos—. Por el otro lado, hay fuertes incentivos —tanto financieros como en términos de reconocimiento— que privilegian la investigación científica motivada por la curiosidad. En la misma línea, existen pocos incentivos económicos para promover vínculos academia-sector productivo en actividades de I+D (Dutrénit, Santiago y Vera-Cruz, 2007). Esto ha influenciado negativamente la trayectoria evolutiva de ambas poblaciones.

De acuerdo a la discusión presentada en la Sección 10.3.1, y la Gráfica 1, la evidencia sugiere que históricamente las condiciones iniciales del caso mexicano están localizadas en un LLET extremadamente bajo, con un nivel relativamente alto del eje vertical (C&T) con relación al eje horizontal (innov.). El diferente ritmo de la evolución de las poblaciones, más rápido en el caso de la población de innov., parece estar moviendo ese punto de equilibrio a lo largo del eje horizontal, aunque lejos de M^* . Pero el débil esfuerzo financiero de los últimos 25 años sólo puede asegurar que el equilibrio sea atraído por el mismo LLET.

10.4.2 El contexto de los procesos de selección y el medio institucional

El contexto mexicano está caracterizado por una débil construcción institucional y gobernanza relacionada a múltiples actores, y por una debilidad en el diseño de la política de CTI, que influencia la estructura de incentivos.

Débil construcción institucional y gobernanza relacionada a múltiples actores. La política de CTI para el periodo 2001-2006 se benefició de varios cambios en el marco regulatorio y del aprendizaje acumulado de experiencias pasadas en el diseño y formulación de políticas. Como se describe en el Capítulo 3, entre las reformas legales, aquellas que sobresalen son la Ley para el Fomento de la Investigación Científica y el Desarrollo Tecnológico, de 1999, el PECYT, la Ley de C&T y la nueva Ley Orgánica del CONACYT. La Ley de C&T, en particular, sentó las bases para una «política de Estado» en el campo; las políticas de CTI adquirieron mayor prioridad bajo supuestos de un mayor compromiso de parte de organizaciones gubernamentales y la adopción de un presupuesto federal integrado para CTI.

La Ley de C&T colocó al CONACYT en el centro de la coordinación administrativa del SNI, y bajo el control directo del Presidente de la República. Emergieron nuevos agentes y estructuras. Sin embargo, las acciones del gobierno no contribuyeron al reconocimiento de esta capacidad institucional. Como resultado, el CONACYT careció de poder para llamar y negociar con otros agentes. Los esfuerzos públicos para coordinar las actividades de CTI entre diferentes secretarías del gobierno federal y entre los tres niveles del gobierno fueron insuficientes para fomentar una mayor estructuración del SNI. La gobernanza del sistema se volvió bastante compleja. Además, los tipos de gobernanza y evaluación de las actividades de las IES y CPI carecen de cuerpos que pudieran ser capaces de establecer reglas oportunas para la implementación de medidas de políticas de CTI.

Debilidades en el diseño de la PCTI. En 2001 el gobierno introdujo una PCTI basada en una nueva combinación de instrumentos. Los principios que dan forma al nuevo modelo de PCTI, presentados en el PECYT descrito en la Sección 4.1, incluyen: 1) adopción de principios de calidad más estrictos y la búsqueda de la pertinencia de la I+D llevada a cabo en el sistema público de investigación, lo que fue visto como una mayor orien-

tación hacia la solución de problemas sociales y económicos nacionales; 2) intenciones explícitas de promover la interacción y coordinación entre agentes en el SNI; 3) compromiso de regionalización de las capacidades de CTI a lo largo del país; 4) promoción de actividades de innovación, particularmente en el sector privado; y 5) apertura de espacios a la participación de amplios grupos en la sociedad mexicana (PECYT, 2001-2006). Estos objetivos se traducen en aproximadamente 60 fondos y programas operados únicamente por el CONACYT, o junto con otras organizaciones (véase el Capítulo 4). El nuevo programa de políticas buscó minimizar problemas de «selección adversa» y «riesgo moral» por medio de una serie de incentivos y mecanismos de coordinación entre agentes del SNI.

Sin embargo, en la práctica, la combinación de instrumentos de CTI y la asignación de recursos han mantenido una forma tradicional. La combinación de instrumentos está excesivamente fragmentada y basada en una masa insuficiente de recursos para alcanzar los objetivos definidos. Particularmente, el proceso de implementación de los instrumentos relacionados con la innovación ha sido extremadamente lento.

El nuevo diseño de la PCTI enfrentó diferentes problemas: 1) un marco institucional del sistema público de investigación que ha cambiado a un ritmo muy lento; 2) muy limitada inversión pública en CTI; 3) inercias asociadas a instrumentos de política que provienen de gobiernos previos y que conservaron su parte en un presupuesto estancado para CTI; y 5) un lento proceso de aprendizaje de las nuevas políticas dentro del CONACYT (véase la Sección 7.3).

Todo esto ha resultado en una serie de incentivos que envían mensajes inapropiados para generar una renovación de las normas sociales y un cambio en el comportamiento de los agentes que contribuyan a un nuevo contrato social para la CTI. Como resultado, no ha habido modificaciones en los incentivos económicos relacionados con los instrumentos; por lo tanto las señales para inducir cambios en el comportamiento de los agentes de acuerdo a los objetivos del nuevo diseño de política de CTI no fueron lo suficientemente fuertes (Dutrénit, Santiago y Vera-Cruz, 2006).

10.5 Un diseño de política de CTI para generar y fomentar un modelo co-evolutivo¹⁷

A partir del modelo genérico co-evolutivo de C&T e innov. discutido en la Sección 10.3 y de la evaluación de la PCTI mexicana desarrollada en este libro y resumida en la Sección 10.4, esta sección presenta las bases para una propuesta de diseño de política de CTI de tres fases. Esta PCTI toma en cuenta las condiciones iniciales de debilidad en los procesos co-evolutivos de las poblaciones de C&T e innov. que han conducido a un bajo LLET. Se enfatiza la generación de procesos co-evolutivos (por ejemplo procesos de VSR), mecanismos causales recíprocos y cambios en el ambiente de selección que permitan mover el punto de equilibrio hacia M^* , como un primer paso para superar este punto. Tal trayectoria podría conducir a la superación de las debilidades y sesgos del SNI, particularmente sus fallas sistémicas, y permitiría fomentar la generación de las bases de C&T y las actividades de innov. para que la CTI pueda hacer una contribución significativa a la satisfacción de las necesidades sociales y al desarrollo económico y social.

Argumentamos que en el caso mexicano, un diseño de PCTI debe considerar más explícitamente el fortalecimiento de las bases de C&T, cambios en el marco regulatorio y en la estructura de incentivos existente, y un enfoque más amplio que combine apoyos horizontales e industrias objetivo, combinando sectores de alta tecnología con otros asociados con ventajas reveladas y necesidades sociales. El argumento principal es que la C&T y la innov. co-evolucionan. El SNI, entendido como un sistema complejo, se toma como la unidad de análisis donde ocurren procesos co-evolutivos de C&T e innov.

Se definen cinco objetivos de la estrategia: 1) fortalecer la formación de recursos humanos de C&T y su inserción en el mercado laboral; 2) consolidar e incrementar las capacidades de C&T, promoviendo la calidad y excelencia de la investigación e incrementando los vínculos internacionales; 3) incrementar la investigación científica y tecnológica de IES y CPI orientada a satisfacer necesidades regionales y nacionales y promover la transferencia de conocimiento; 4) fomentar actividades de I+D, actividades de innovación y la capacidad de innovación del sector empresarial, y

17 Esta sección está basada en la propuesta de un nuevo diseño de política de CTI para el caso mexicano llevada a cabo por los autores y otros investigadores entre noviembre de 2005 y julio de 2006. El equipo estuvo integrado por Mario Capdevielle, Rosalba Casas, Daniel Malkin, Martín Puchet, Luis Sanz, Morris Teubal, Kurt Unger y Alexandre Vera-Cruz. FCCT (2006b) contiene un análisis más detallado de la propuesta.

promover la difusión tecnológica dentro del sector empresarial, particularmente dentro de las pymes; y 5) favorecer la colaboración y cooperación entre agentes a los niveles nacional e internacional.

10.5.1 Condiciones requeridas para la co-evolución de la C&T y la innov

Como se expuso anteriormente, los procesos de vsr de ambas poblaciones —investigadores e ingenieros y técnicos— y los mecanismos bidireccionales que vinculan estos procesos, ocurren en instituciones formales e informales, que emergen de las actividades de CTI y del marco regulatorio. Ya que estos procesos evolutivos y co-evolutivos tienen lugar en marcos institucionales, transmiten esos condicionamientos para el desempeño de la C&T y la innov., de las estructuras subyacentes de estas variables y de la etapa de desarrollo. Ya que las reglas específicas que fueron establecidas para los agentes y las normas sociales que ellos adoptan en su comportamiento condicionan el proceso mencionado, ellas determinan las dinámicas observadas de las variables, las estructuras y las etapas. Este condicionamiento muestra el papel clave jugado por el cambio institucional y los tipos de gobernanza observados en las diferentes instituciones donde tiene lugar la co-evolución de la C&T y la innov.

Algunos de los cambios institucionales observados en el caso mexicano en los últimos 15 años han favorecido los procesos co-evolutivos descritos en la Sección 10.4.1. Como se describe anteriormente, estos cambios han emanado tanto de reformas legales como de transformaciones importantes en el comportamiento y las prácticas de los agentes. Los procesos de selección en ambas poblaciones han mejorado como resultado de la introducción de fondos competitivos para la investigación y de estímulos fiscales para la I+D. Al mismo tiempo, el fortalecimiento de las capacidades de las IES y CPI y el crecimiento del SNI ha contribuido a la retención de investigadores. La apertura de nuevos canales de vinculación entre IES y CPI con el sector empresarial ha contribuido a vincular procesos evolutivos de ambas poblaciones.

Los cambios mencionados no sólo favorecen procesos co-evolutivos, también inducen nuevas capacidades de gestión de las poblaciones. De esta manera, una mejor gobernanza conduce a generar mejores mecanismos de adaptación de las organizaciones al contexto y nuevas formas de coordinación. Esto, a su vez, tiene repercusiones para generar

procesos más apropiados de selección y retención, profundizando los procesos co-evolutivos.

Siguiendo esta trayectoria, futuros cambios deben fortalecer aquellos aspectos que favorecen procesos co-evolutivos y rechazar aquellas instituciones que rompen estos procesos. Entre los cambios anteriores, vale la pena mencionar los nuevos incentivos que fomentan vínculos academia-sector empresarial, la transformación de los CPI de acuerdo a criterios de calidad, excelencia, pertinencia y renovación generacional, la promoción de una nueva cultura en IES y CPI que privilegie los vínculos con la sociedad, el fomento de una cultura de C&T en la sociedad, y un nuevo contrato social para la CTI.

10.5.2 La dinámica de la C&T y la innov

Se requiere un proceso gradual y acumulativo para que la CTI pase a ocupar un lugar central en un transcurso que conduzca a satisfacer necesidades sociales y promover el desarrollo económico y social. El GFCT en 2005 sólo representó 0.4% del PIB. Este esfuerzo gubernamental está muy por debajo de las magnitudes y porcentajes mínimos considerados a nivel internacional para activar o precipitar un proceso evolutivo auto-reforzante de la CTI, la economía y la sociedad, y así tener la capacidad de saltar desde el punto LLET hasta el punto M^* . Se espera que la introducción de magnitudes adicionales de inversión pública genere un incremento del GIDE financiado por el gobierno y ejecutado por el gobierno, las IES y CPI y el sector empresarial. Después de un periodo gradual de maduración de la estrategia, los nuevos incentivos para la innovación activarían un incremento sustancial del GIDE financiado por el sector empresarial. Los casos de Finlandia, Corea, Israel, Irlanda y España ilustran, en diferentes niveles, esta dinámica. Sin embargo, el éxito de este proceso requiere que el gobierno mantenga este esfuerzo financiero por un cierto periodo, evitando el riesgo de que los agentes —particularmente el sector empresarial— adopten comportamientos oportunistas para aprovecharse de los fondos públicos adicionales.

Este es un diseño de PCTI de tres etapas; cada una involucra distintos objetivos de los procesos evolutivos de C&T y de innov., mecanismos para la promoción de la VSR, y cambios en el ambiente. En cada etapa es necesario introducir puntualmente los ajustes requeridos para avanzar hacia el objetivo final. Las etapas T_1 y T_2 corresponden a la trayectoria entre los puntos LLET y M^* , y la etapa T_3 permitiría superar M^* .

T1	Fortalecer la C&T y la innov., modificar el contexto institucional y consolidar un segmento significativo de empresas innovadoras (2007-2012)
T2	Consolidación de las capacidades de C&T y de innov. orientadas hacia sectores estratégicos y aceleración de las actividades de innovación (2012-2018)
T3	Dinámica virtuosa: excelencia en C&T y generación de actividades de innovación endógenas en el sector empresarial (2018-2024)

Para construir un escenario para el futuro y discutir el diseño de PCTI, empezaremos con datos reales; el GFCT en 2006 fue de 3,220 millones de dólares. Suponemos que: 1) el GFCT y el GIDE financiados por el gobierno tienen un incremento anual real de 20%; 2) la tasa de crecimiento anual del PIB es de 5%; 3) hay un incremento anual del GIDE financiado por el sector empresarial del 20% en los primeros años (mayor al 15% observado en el último periodo), pero tiende a incrementarse hacia el final de la T1. Esta trayectoria incrementaría el GIDE/PIB de 0.5% a 1.1% en 2012. La participación del sector empresarial en el GIDE se incrementaría del 35.4% al 42.1% en 2012. Este escenario posicionaría a México en 2012 en una situación como la de España en 2004.

Este diseño de PCTI sugiere que el incremento del GIDE financiado por el sector público en la fase T1 estará orientado a fortalecer las capacidades de C&T, las actividades de I+D del sector empresarial y otras actividades de innovación. En referencia a los recursos públicos adicionales para fortalecer las capacidades de C&T, se esperan efectos directos y multiplicadores. Por un lado, se fortalecerá la generación de conocimiento para solucionar necesidades básicas y requerimientos de sectores estratégicos; por el otro, se crearán demandas para nueva investigación, tanto impulsada por la curiosidad como orientada hacia la solución de problemas. Esta práctica nutriría los procesos de variación y selección y crearía las condiciones para buscar nuevas fuentes de financiamiento para C&T. En la misma línea, los estímulos para incrementar la formación de recursos humanos de acuerdo a los perfiles especializados requeridos por el sector empresarial para llevar a cabo I+D y otras actividades de innovación generarían variación, incrementarían la capacidad de oferta de estos recursos humanos, y crearían condiciones para involucrar al sector empresarial en su financiamiento. Además, si los investigadores incrementan su participación en redes internacionales, a través de procesos de selección, se podrá acceder a mejores fuentes de financiamiento internacional.

En cuanto a los recursos públicos adicionales para fortalecer la I+D y otras actividades de innovación del sector empresarial, se esperan efectos

de apalancamiento y catalizadores. Conforme el sector empresarial desarrolla capacidades, se generarán nuevas demandas por subsidios y otros apoyos gubernamentales, así, será necesario continuar incrementando el GIDE financiado por el gobierno. Sin embargo, conforme las empresas y otros agentes productivos se involucren en I+D y otras actividades de innovación, se espera que ocurra un efecto de apalancamiento del gasto público y que la innovación comience a volverse endógena (fase T₂). De hecho, por el atributo que tiene la política de innovación de ser un «catalizador»,¹⁸ conforme se generan nuevas dinámicas en el sector empresarial y éste incrementa la I+D y otros gastos de innovación, se reduce la necesidad de intervención pública (particularmente en la fase T₃). En este contexto, se generarían también economías de aprendizaje dinámico, que a su vez contribuyen a este efecto catalizador.

La masa adicional de recursos públicos debería ser tanto horizontal como orientada. El apoyo horizontal producirá variación, los objetivos son: 1) promover indiscriminadamente la identificación y desarrollo de muchos proyectos y nuevas áreas de conocimiento; 2) incrementar las capacidades de C&T y generar una masa crítica de empresas innovadoras; y 3) generar una variedad de empresas, sectores, tecnologías, áreas de especialización del conocimiento, e investigadores. El apoyo orientado generará procesos de selección, los objetivos son: 1) promover la solución de problemas orientados a satisfacer las necesidades básicas de la sociedad y apoyar el fortalecimiento de sectores económicamente estratégicos; 2) estimular el aprendizaje individual y colectivo a través de actividades de CTI; 3) consolidar empresas, sectores, tecnologías, áreas de especialización del conocimiento, e investigadores; y 4) consolidar *clusters* emergentes.

El argumento es que la PCTI debería contribuir a activar un acelerado proceso co-evolutivo entre la C&T y la innov. Este diseño de PCTI pone un gran énfasis en el fomento de la innovación para acelerar la trayectoria evolutiva de esta población, pero al mismo tiempo asegura que la población de C&T evolucione armoniosamente, y se desarrollen los mecanismos causales bidireccionales entre ambas poblaciones para asegurar su co-evolución. Aunque se pueden promover diferentes tipos de procesos dinámicos, el proceso dinámico propuesto aquí se ubica entre aquellos denominados de «empuje», en este caso es un «empuje de la C&T y la innov.»; está basado en los cinco objetivos estratégicos descritos anteriormente y es financiado inicialmente por un incremento en la masa de recursos públicos.

18 Véase Teubal (1997 y 2002) y Avnimelech y Teubal (2005b).

La combinación de instrumentos debe cambiar a lo largo de las tres fases, de acuerdo al énfasis específico que cada una tiene, para asegurar el movimiento desde LLET hasta M^* , y finalmente para superar el punto M^* . Se debe mantener consistencia en la asignación de recursos entre los diferentes instrumentos. El Cuadro 2 ilustra la evolución propuesta para el caso mexicano, basada en la combinación de instrumentos en 2006.¹⁹ La primera columna contiene la combinación de instrumentos en 2006; las columnas siguientes representan la combinación de instrumentos (incluyendo nuevos) propuesta en cada fase para generar procesos de vsr en ambos campos y promover mecanismos causales bidireccionales. Para comenzar con este proceso, el gobierno debe invertir importantes magnitudes para fomentar la I+D y otras actividades de innovación del sector empresarial. De esta forma se espera que se active un proceso de endogenización de la innovación financiada por el sector empresarial, por lo cual es predecible que en la fase T₃ el esfuerzo público financiero orientado hacia este objetivo será menor.

A lo largo del tiempo también será necesario mantener un esfuerzo financiero sostenido para consolidar e incrementar las capacidades de C&T localizadas en IES y CPI. Las necesidades sociales probablemente cambiarán y nuevos sectores estratégicos surgirán mientras la economía se mueva gradualmente en el camino del desarrollo económico y social. Como la ciencia es un bien público, será necesario mantener el esfuerzo financiero público a lo largo del tiempo. Así, mientras el país se mueva en la trayectoria descrita, la combinación de instrumentos cambiará, particularmente la asignación proporcional de recursos entre los diferentes instrumentos, como se ilustra en el Cuadro 2.

Este tipo de trayectoria, basada en procesos co-evolutivos, requiere de un cambio gradual en el comportamiento de los agentes, y de la incorporación de nuevos grupos de la sociedad a las actividades de CTI. Esto también demanda un cambio en el ambiente de selección, particularmente en la cultura institucional sobre el papel de la C&T en el sector académico, en la cultura de innovación en el sector empresarial, y en la percepción social sobre la C&T y la innov.

19 Esta combinación de instrumentos se mantuvo, en esencia, hasta fines de 2008. A principios de 2009 se introdujo un cambio significativo en los apoyos a la innovación, el programa de estímulos fiscales a la I+D se eliminó, y en su lugar se introdujo el Fondo de Innovación Tecnológica (FIT), como se describe en la Sección 5.1.2. Este cambio es consistente con la propuesta de esta estrategia en relación a incrementar los subsidios directos para la I+D y la innovación.

CUADRO 2. Evolución de la combinación de instrumentos, 2006-2024

	Instrumentos de CTI	%GFCT 2006	Composición esperada del GFCT*		
			2012	2018	2024
Capacidades de c&t	Sistema Nacional de Investigadores	4.5	2.9	2.7	2.5
	Becas	6.5	6.3	5.9	5.5
	Plazas para posdoctorados	0.0	1.6	1.3	0.2
	Fondos competitivos para investigación motivada por la curiosidad	1.0	1.6	3.0	3.7
	Centros de excelencia	0.0	2.1	4.0	6.2
	Apoyo para infraestructura científica	0.0	1.6	2.0	2.0
	Fondos sectoriales estratégicos	0.5	1.6	3.9	3.7
	Fondos mixtos	1.0	1.6	3.0	3.7
Capacidades de innov	Fondos competitivos para innovación	0.3	0.9	0.8	0.3
	Subsidios para la I+D y la innovación**	0.2	3.9	3.7	0.2
	Estímulos fiscales a la I+D**	9.8	9.5	8.9	5.6
	Fondos para empresas basadas en tecnología	0.0	0.8	1.9	0.6
	Apoyo para incubadoras	0.0	0.3	0.9	0.6
	Programa de innovación orientado a necesidades básicas	0.0	0.3	1.1	1.3
	Apoyo para infraestructura tecnológica y transferencia de tecnología	0.0	1.6	2.0	0.5
Apoyo para fomentar la cultura de CTI	0.0	0.3	0.5	0.3	
Otros gastos en C&T (por el CONACYT y diferentes secretarías)	76.2	63.2	54.5	63.1	
Gasto federal en C&T	100.0	100.0	100.0	100.0	
<p>* Esta evolución esperada no considera cambios potenciales asociados con la regionalización de la C&T, y por lo tanto una distribución del gasto entre gobiernos federales y regionales.</p> <p>** Desde 2009 los Estímulos Fiscales a la I+D fueron sustituidos por subsidios directos.</p>					
FUENTE: Elaboración propia basada en SHCP, Presupuesto de Ciencia y Tecnología, 2006; CONACYT, Situación Financiera de los Fondos, 2006.					

10.6 Reflexiones finales

Este capítulo argumenta que, en el contexto de la economía del conocimiento, la co-evolución de c&t e innov. es crucial para los países en vías de desarrollo. La evidencia del caso mexicano muestra dos aspectos que limitan la co-evolución entre ambos campos: 1) las condiciones para generar procesos de vsr en ambos campos son todavía incipientes, no existe ni el tamaño ni la diversidad requerida de agentes y organizaciones; y 2) aunque existen vínculos entre agentes y estructuras funcionales, éstos difícilmente generan mecanismos causales bidireccionales. Así, se observan dificultades para construir procesos co-evolutivos virtuosos entre la c&t y la innov. A partir de la perspectiva sistémico-evolutiva de la política de innovación, se sugiere un diseño de políticas de CTI de tres fases para fortalecer los procesos de vsr y los mecanismos causales bidireccionales que contribuyen a tales procesos co-evolutivos.

El diseño de PCTI propuesto en este documento tiene como punto de partida la existencia de las condiciones iniciales, basadas en la dotación de capacidades, y el marco institucional. Como muchos otros países en vías de desarrollo, México tiene condiciones iniciales débiles, por tanto la combinación de instrumentos incluye medidas para superarlas. A través de una cadena de procesos y eventos dinámicos, la política llevaría primero a generar condiciones favorables para la emergencia y posteriormente a la definición de nuevos sectores objetivo. A través de las tres fases, la c&t, la innov. y la política de CTI interactúan y co-evolucionan con las empresas, organizaciones, instituciones y sectores a los que influyen. Este documento argumenta que un objetivo específico del diseño de PCTI es alcanzar una «masa crítica» de recursos, capacidades y actividades que disparen un proceso acumulativo mayormente endógeno dentro de un periodo razonablemente corto. Tal diseño de política busca estimular un modelo dinámico co-evolutivo no lineal que evite trampas y ciclos de LLET, y mueva a ambas poblaciones del LLET original hacia el punto de equilibrio M^* . Su éxito depende de: a) generar una masa crítica de recursos financieros, capacidades (recursos humanos, infraestructura, etc.) y actividades; y b) cambiar la combinación de instrumentos.

Sin embargo, la evidencia sugiere que para poder diseñar e implementar tal PCTI es necesario reconocer que una nueva combinación de instrumentos es tan sólo una parte de la historia, también es necesario introducir cambios institucionales para inducir nuevas normas sociales que contribuyan a modificar el comportamiento de los agentes hacia la

generación de dinámicas co-evolutivas (cambios en C&T que afecten la VSR y viceversa), alcanzar acuerdos entre diferentes agentes, y tener procesos de toma de decisiones por la administración federal claros y consistentes. El caso mexicano sugiere que la armonización entre agentes y la construcción de una visión compartida son factores clave para el éxito de tal PCTI. Como sugieren Sotarauta y Srinivas (2006), existe una gran diferencia entre las imágenes del futuro que tienen la comunidad científica, empresas, familias e individuos, y aquellos que operan en el campo de las políticas. En referencia al modelo lineal de innovación, estos últimos son «jalados» por visiones guiadas por la innovación y la tecnología, mientras que los primeros tienen diferentes visiones, que son «empujadas» principalmente por el pasado. Se requiere la generación de una visión compartida entre todos.

Sin embargo, es difícil establecer cómo se generan los vínculos entre políticas y procesos co-evolutivos. Se necesita más investigación para identificar cómo los procesos evolutivos cambian la dinámica de las capacidades, las estructuras subyacentes y las etapas evolutivas, y cómo se pueden evitar las trampas y los ciclos. La evidencia sugiere que realizar esfuerzos de inversión en capacidades sin poner en práctica reformas institucionales y cambios en la combinación de instrumentos, o introducir reformas institucionales sin realizar un esfuerzo financiero y cambios en la combinación de instrumentos, es insuficiente para generar la dinámica requerida y evitar trampas de bajo crecimiento y ciclos que alternan fases de incremento de capacidades de C&T y decrecimiento de capacidades de innov., con otras de disminución de capacidades de C&T con crecimiento de las capacidades de innov.

Algunos análisis preliminares, no reportados aquí, sugieren que hay otros campos que también co-evolucionan con la C&T y la innov., tales como el aprendizaje y las habilidades para hacer políticas,²⁰ y las instituciones/organizaciones.²¹ La evidencia también sugiere que hay varios procesos co-evolutivos en marcha. Como afirman Sotarauta y Srinivas (2006), no es posible asociar automáticamente política de innovación con desarrollo económico. Los objetivos de la política de innovación y de las políticas para promover el desarrollo económico son diferentes. Hay divergencias entre la co-evolución de políticas con la innovación/tecno-

20 Mytelka y Smith (2002) discuten los mecanismos del proceso de aprendizaje de las políticas.

21 Véase por ejemplo Avnimelech y Teubal (2005a).

logía, la co-evolución de políticas con el desarrollo económico, y la co-evolución de la tecnología con las necesidades del desarrollo económico. Se necesita más investigación para entender y buscar articulaciones entre estos diferentes procesos.

El análisis del modelo co-evolutivo entre la C&T y la innov. y el diseño de PCTI para el caso mexicano sugiere que se requiere más investigación sobre los siguientes temas: 1) análisis teórico relacionado con el tránsito de un modelo lineal a un modelo co-evolutivo no lineal; 2) tipos de cambios institucionales requeridos para este tránsito; y 3) tipos de armonización entre agentes para asegurar la gobernanza del SNI.

LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ADIAT	Asociación de Directivos de Investigación Aplicada y Desarrollo Tecnológico
AMC	Academia Mexicana de Ciencias
AMH	Academia Mexicana de la Historia
AMI	Academia Mexicana de Ingeniería
AML	Academia Mexicana de la Lengua
ANM	Academia Nacional de Medicina
ANUIES	Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior
APF	Administración Pública Federal
Bancomext	Banco Mexicano de Comercio Exterior
C&T	Ciencia y Tecnología
CANACINTRA	Cámara Nacional de la Industria de la Transformación
CCE	Consejo Coordinador Empresarial
CGICDT	Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico
CINVESTAV	Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados
CNA	Consejo Nacional Agropecuario
CNCT	Conferencia Nacional de Ciencia y Tecnología
COMECOSO	Consejo Mexicano de Ciencias Sociales
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CONCAMIN	Confederación Nacional de Cámaras Industriales
CPI	Centros Públicos de Investigación
CTI	Ciencia, Tecnología e Innovación
DG	Director general
EMN	Empresas multinacionales
EUA	Estados Unidos de América
FCCT	Foro Consultivo Científico y Tecnológico
FOMIX	Fondos Mixtos
GFCT	Gasto Federal en Ciencia y Tecnología
GIDE	Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental
I+D	Investigación y Desarrollo
IES	Instituciones de Educación Superior

INAH	Instituto Nacional de Antropología e Historia
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
IPN	Instituto Politécnico Nacional
LCT	Ley de Ciencia y Tecnología
LOC	Ley Orgánica del CONACYT
NAFIN	Nacional Financiera
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD por sus siglas en inglés)
PCTI	Política de ciencia, tecnología e innovación
PECYT	Programa Especial de Ciencia y Tecnología
PEF	Poder Ejecutivo Federal
PNP	Padrón Nacional de Posgrado
PyMES	Pequeñas y Medianas Empresas
RENACECYT	Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología, AC
RENIECYT	Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas
RHCT	Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología
RNGCI	Red Nacional de Grupos y Centros de Investigación
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (Fondo sectorial CONACYT-Secretaría de Agricultura-COFUPRO)
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transporte
SE	Secretaría de Economía
SEMAR	Secretaría de Marina (Fondo sectorial CONACYT-Secretaría de Marina)
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Fondo sectorial CONACYT-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales)
SENER	Secretaría de Energía
SEP	Secretaría de Educación Pública
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
SIICT	Sistema Integral de Información Científica y Tecnológica
SNI	Sistema Nacional de Innovación
SNInv	Sistema Nacional de Investigadores
SRI	Sistema Regional de Innovación
SSA	Secretaría de Salud
STPS	Secretaría del Trabajo y Previsión Social
UAAAN	Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
UAM	Universidad Autónoma Metropolitana
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México

Referencias

- Adams, R. (2003), «International Migration, Remittances, and the Brain Drain: A study of 24 Labor-Exporting Countries», The World Bank, Policy Research Working Paper Num. 3069. June.
- Aguirre, G., B. Figueroa y J. Zavala (2004), «La Red de Talentos: Un mecanismo para capitalizar la diáspora mexicana de América del Norte», working paper, CONACYT.
- Albaladejo, M. (2001), «Determinants and Policies to Foster the Competitiveness of SME clusters: Evidence from Latin America», QEH Working Paper Series-QEHWPS71, N.º 71, Queen Elizabeth House.
- Aldrich, H. (2001), *Organizations Evolving*, Sage Publications: London.
- AMC-FCCT (2005), *Una reflexión sobre el Sistema Nacional de Investigadores a 20 años de su creación*. Academia Mexicana de Ciencias, Foro Consultivo Científico y Tecnológico: México.
- Analítica-FCCT (2006), México Visión 2030: Prospectiva de Largo Plazo. Grupo de Enfoque: Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología 2. (Síntesis de Resultados) Analítica Consultores, SA de CV, Foro Consultivo Científico y Tecnológico and CONACYT. February, 2006.
- Antonelli, C. (2005), Models of Knowledge and Systems of Governance, *Journal of Institutional Economics* (1), pp. 51-73.
- ANUIES (2003), *Mercado laboral de profesionistas en México: Diagnóstico (1990-2000) Primera Parte*. ANUIES: México.
- Arias Navarro, A. (2004), «Capacidades tecnológicas innovativas y de I+D y diseño en la industria maquiladora mexicana: El caso de Delphi Corp., una empresa proveedora del sector automotriz», Doctorado en Ciencias Sociales, UAM-X.
- Atoche-Kong, C. (2006a), «An Insight into the Technological Capability Formation in Emerging Economies, a Resource-based view Analysis». Paper presented at 2006 Summer School in Management Studies on Individual and Corporate Entrepreneurship in High-Tech Industries. Volterra, Italy. June 11-16 2006.
- Atoche-Kong, C. (2006b), «Embracing the Opportunities for a Carbon Constrained World. A Cemex- Lafarge Environmental Strategies Comparison and Strategic Options for Global Cement Companies». Paper presented at the 9th International Conference on Technology Policy and Innovation «Science, Society and Sustainability». Santorini, Greece, 18-21, June 2006.
- Aulakh, P. S. (2007), «Emerging Multinationals from Developing Economies: Motivations, Paths and Performance». *Journal of International Management*, 13 (3), 235-240.
- Avnimelech, G. y M. Teubal (2008), «From Direct Support of Business Sector R&D/ Innovation to Targeting Venture Capital/Private Equity, A Catching-Up Innovation and Technology Policy Life Cycle Perspective», *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 17 (1).
- Avnimelech, G. y M. Teubal (2005), «From Direct Government Support of Innovative SMEs to Targeting Venture Capital/Private Equity: An Innovation and Technology Policy (ITP) Cycle Model for Industrializing Economies», paper presented at the Beijing Globelics Conference
- Avnimelech, G. y M. Teubal (2004), «Strength of Market Forces and the Successful Emergence of Israel's Venture Capital Industry: Insights from a Policy-led Case of Structural Change», *Revue Economique*, Vol. 55 (8), pp. 1265-1300.

- Bach, S. (2006), «International Mobility of Health Professionals: Brain Drain or Brain Exchange?» Research paper n.º 2006/82. UNU-WIDER Online: www.wider.unu.edu/publications/rps/rps2006/rp2006-82.pdf
- Banco Mundial (2006), «Economic Implications of Remittances and Migration 2006. Global Economic Prospects», The International Bank for Reconstruction and Development. World Bank.
- Beausang, F. (2003), *Third World Multinationals: Engines of Competitiveness or New Form of Dependency?* Frank Cass & Co.: Londres.
- Bell, M. y K. Pavitt (1995), «The Development of Technological Capabilities», en I.u. Haque (ed.), *Trade, Technology and International Competitiveness*; The World Bank: Washington, pp. 69-101.
- Birkinshaw, J. y N. Hood (1998), «Multinational Subsidiary Evolution: Capability and Charter Change in Foreign-Owned Subsidiary Companies», *Academy of Management Review*, 23 (4), pp. 773-95.
- Blecker, R. A. (2007), «External Shocks, Structural Change, and Economic Growth in Mexico, 1979-2006». Department of Economics American University Washington, DC 20016 USA.
- BNSL, Binational Sustainability Laboratory, <http://www.bnsl.org/AboutUs.aspx>
- Boston Consulting Group (2007), *The Emergence of Latin Multinationals*, Boston Consulting Group.
- Bowles, S. (2004), *Microeconomics. Behavior, Institutions, and Evolution*, Princeton University Press.
- Cabrero, E., D. Valadez y S. López Ayllón (eds.) (2006), *El diseño institucional de la política de ciencia y tecnología en México*, CIDE, IJ-UNAM: México.
- Calderón, F. (2007a), Visión 2030: *El México que queremos*, folleto explicativo. <http://www.vision2030.gob.mx/pdf/folleto.pdf>
- Calderón, F. (2007b), México 2030: Proyecto de Gran Visión. Resultados de los Talleres Temáticos. Eje 2: «Economía Competitiva y Generadora de Empleos». Tema: «Ciencia y Tecnología». Documento de trabajo. http://www.vision2030.gob.mx/pdf/15analisis/ECYGE_CYT.pdf
- Calderón-Madrid, A. y A. Voicu. (2004), «Multifactorial Productivity Growth and Job Turnover in Mexican Manufacturing Plants in the 1990s». Institute for the Study of Labour. Working paper 993.
- Campbell, D. T. (1969), «Variation and Selective Retention in Socio-Cultural Evolution», *General Systems*, Vol. 14, pp. 69-85.
- Cantwell, J. y R. Mudambi (2003), «On the Nature of Knowledge Creation in MNE Subsidiaries: An Empirical Analysis Using Patent Data», working paper, Conference in Honour of Keith Pavitt, SPRU, University of Sussex.
- Capdevielle M. (2000), «Production System and Technological Patterns», en Cimoli, M. (2000), *Developing Innovation Systems: México in Global Context, Science Technology And The International Political Economy*, Series Editor: John de la Mothe, Continuum: London.
- Capdevielle, M. (2005), «Globalización, especialización y heterogeneidad estructural en México», en Cimoli, M. (2005), *Heterogeneidad estructural, Asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina*, CEPAL-BID: Santiago de Chile.
- Carlsson, B. y S. Jacobsson (1997), «In Search of Useful Public Policies: Key Lessons and Issues for Policy Makers», en Carlsson, B. (ed.), *Technological Systems and Industrial Dynamics*, Kluwer Academic Publishers: Dordrecht.

- Casalet, M. (2000), «The Institutional Matrix and Its Main Functional Activities Supporting Innovation», en Cimoli, M. (2000), *Developing Innovation Systems: México in Global Context*, Continuum: Londres.
- Casas, R. (2005), «Exchange and Knowledge Flows Between Large Firms and Research Institutions», *Innovation: Management, Policy and Practice*, 7 (2-3), pp. 188-99.
- Casas, R. (2006a), «Underlying Conceptions of the Mexican S&T Policies». Working paper, FCCT: México.
- Casas, R. (2006b), «Between Traditions and Modernity. Technological Strategies in Three Tequila Firms», *Technology in Society*, 28, pp. 407-419.
- Casas, R. y M. Luna (coords.) (1997), *Gobierno, academia y empresas en México: hacia una nueva configuración de relaciones*, Plaza y Valdés/UNAM: México.
- Casas, R. (coord.) (2001), *La formación de redes de conocimiento. Una perspectiva regional desde México*, Anthropos/IIUNAM: México.
- Castaños-Lomnitz, H. (coord.) (2004), *La migración de talentos en México*, UNAM-IEC: México.
- Castaños-Lomnitz, H. (2006), «Lack of Support: Social Sciences and Science Policies in Mexico», en *Science and Public Policy*, 33 (2) p. 115-123.
- Castellanos S. G., R. García-Verdú y D. S. Kaplan (2004) «Rígideces salariales en México: Evidencia de los registros del IMSS» Documento de investigación n.º 2004-03. Dirección General de Investigación Económica, Banco de México.
- Cemex (2004), *Another great year. Annual Report 2004*, http://www.cemex.com/ic/ic_re.asp
- CEPAL (2007a), «Balance preliminar de las economías de América Latina y el Caribe 2007», CEPAL: Santiago de Chile.
- CEPAL (2007b), «La inversión extranjera en América Latina y el Caribe 2006», CEPAL: Santiago de Chile.
- CEPAL (2006), «Anuario estadístico de América Latina y el Caribe», CEPAL: Santiago de Chile.
- CEPAL (2007c), «Estudio económico de América Latina y el Caribe 2006-2007», CEPAL: Santiago de Chile.
- CEPAL (2007d), «Evolución de la industria manufacturera de exportación en Centroamérica, México y República Dominicana durante 2000-2006», LC/MEX/L.845, CEPAL: Santiago de Chile
- CEPAL (2007e), «Evolución reciente y retos de la industria manufacturera de exportación en Centroamérica, México y República Dominicana: Una perspectiva regional y sectorial», CEPAL: Santiago de Chile.
- CEPAL (2007f), «México: Evolución económica durante 2006 y perspectivas para 2007», LC/MEX/L.824, CEPAL: Santiago de Chile.
- Chung, W., W. Mitchell, y B. Yeung (2002), *Foreign Direct Investment and Host Country Productivity: The American Automotive Component Industry in the 1980s*, Stern School of Business. New York University.
- Cimoli, M. (ed.) (2005), *Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina*, CEPAL-BID: Santiago de Chile.
- Cimoli, M. (ed.) (2000), *Developing Innovation Systems. Mexico in a Global Context*, Continuum: Londres.
- CINVESTAV (2005) *Anuario, 2005*. Online: <http://www.cinvestav.mx/Difusi%C3%B3n/Anuarios.aspx>
- CINVESTAV Centro de Investigación y Estudios Avanzados. <http://www.cinvestav.mx/>
- CNIT (2003), *Informe Estadístico del 2003*, Cámara Nacional de la Industria Tequilera, Guadalajara.

- Cohen, W. y D. Levinthal, D. (1990), «Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation», *Administrative Science Quarterly*, 35 (1), pp. 128-152.
- CONACYT (2005), Autoevaluación programa AVANCE, CONACYT.
- CONACYT (2007a), *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI)*, 2007-2012.
- CONACYT (2007b), *Informe general del estado de la ciencia y tecnología 2007*, CONACYT, México.
- CONACYT (2002), *Programa Especial de Ciencia y Tecnología, 2001-2006 (PECYT)*, CONACYT, México.
- Contreras, D. y S. Gallegos (2007), «Descomponiendo la desigualdad salarial en América Latina: ¿Una década de cambios?» División de Estadística y Proyecciones Económicas, estudios, estadísticos y prospectivos, CEPAL, Santiago de Chile.
- Corona Alcantar, J. M. (2006), «Human Capital Formation: The Role of Science and Technology Policy. A Case Study in the Mexican Biotechnology Sector», PhD thesis, PREST-Manchester Business School. The University of Manchester. UK.
- Corona, L., J. Doutriaux y S. A. Mian (2006), *Building Knowledge Regions in North America: Emerging Technology Innovation Poles*, Edward Elgar.
- CRT (2003), *Información Estadística, enero-diciembre 1995-2002*, Consejo Regulador del Tequila, México.
- Dahlman, K. y T. Andersson (2002), *Korean and the Knowledge-based Economy: Making the Transition*, OCDE y World Bank Institute.
- Dávila, H. (2006), «Impacto de la política de desarrollo social sobre la distribución del ingreso en el sexenio foxista», *Economía, Teoría y Práctica*, (24), pp 7, 36.
- De Fuentes, C. y G. Dutrénit (2007), «The Correlation Between Large Firms' Knowledge Spillovers and Smes' Absorptive Capacities: Evidence for the Machining Industry in Mexico», ponencia presentada en el seminario «Micro Evidence on Innovation in Developing Economies», UNU-MERIT, Maastricht, the Netherlands, May 31-June 1st.
- De la Fuente, J. R. (2007a), Discurso del rector de la UNAM, Juan Ramón de la Fuente, durante la entrega de un reconocimiento que le hizo El Colegio de México; Ciudad de México, 23 de agosto de 2007. seminarios.colmex.mx/videoseminario/ponencias/ponencia.doc
- De la Fuente, J. R. (2007b), Mensaje del rector de la UNAM, doctor Juan Ramón de la Fuente. Sala Miguel Covarrubias, Ciudad Universitaria, 5/10/2007. <http://podcast.unam.mx/?p=1040>
- De la Fuente, A. (2003), Convergent Equations and Income Dynamics: The Sources of OCDE Convergence, 1970/1995, *Económica*, 70.
- De la Fuente, A. (2005), «I+D y crecimiento», Instituto de Análisis Económico, España.
- Didou, S. (2005), «Mexico's Brain Drain» in *International higher education*, num. 41, Fall. http://www.bc.edu/bc_org/avp/soe/cihe/newsletter/Number41/pr18_Didou.htm
- Didou, S. (2006), «The Brain Drain in Mexico, A Subject for Research... or Agenda?», en *Globalization, Societies and education*, 4 (1), pp. 103-120.
- Dini, M., C. Ferraro y C. Gasaly, (2007), «Pymes y articulación productiva. Resultados y lecciones a partir de experiencias en América Latina, Unidad de Desarrollo Industrial y Tecnológico», Desarrollo Productivo, Santiago de Chile.
- Docquier, F. (2006), «Brain Drain and Inequality Across Nations». Paper prepared for the EUDN-AFD conference on «Migration and Development», Paris, November 8, 2006.

- Dussel, E., L. M. Galindo Paliza y E. Loria Díaz, (2003), *Condiciones y efectos de la inversión extranjera directa y del proceso de integración regional en México durante los noventa, Una perspectiva macro, meso y micro*, Facultad de Economía, UNAM: México.
- Dutrénit, G. (2004). «Building Technological Capabilities in Latecomer Firms: A Review Essay». *Science Technology & Society*, 9 (2), 209.
- Dutrénit, G., A. O. Vera-Cruz y A. Arias (2003), «Diferencias en los perfiles de acumulación de capacidades tecnológicas en tres empresas mexicanas», *El Trimestre Económico*, LXX (1) (277), pp. 109-65.
- Dutrénit, G. (2007), «Instrumentos de la política de innovación: Una reflexión desde el caso mexicano», en J. Basave y M. A. Rivera Ríos (coord.), *Conocimiento y desarrollo. Teoría y estrategias de desarrollo en el contexto del cambio histórico mundial*, UNAM: México.
- Dutrénit, G. (2007), «The Transition from Building-up Innovative Technological Capabilities to Leadership by Latecomer Firms», *Asian Journal of Technology Innovation*, 15 (2), pp. 125-149.
- Dutrénit, G. y A. O. Vera-Cruz (2007a), «Triggers of the Technological Capability Accumulation in Mncs' Subsidiaries: The *Maquilas* in Mexico», *International Journal of Technology and Globalisation*, 3 (2/3), pp. 315-336.
- Dutrénit, G. y A. O. Vera-Cruz (2007b), «Technological Capability Accumulation in the "Maquila Industry" in Mexico», in Gibson, D. V., M. V. Heitor, and A. Ibarra-Yunez (2007), *Connecting People, Ideas, and Resources Across Communities*, Purdue University Press, pp. 373-394.
- Dutrénit, G., A. O. Vera-Cruz, A. Arias, J. L. Sampedro y A. Urióstegui (2006), *Acumulación de capacidades tecnológicas en subsidiarias de empresas globales en México. El caso de la industria maquiladora de exportación*, UAM/Miguel Ángel Porrúa: México.
- Dutrénit, G., F. Santiago y A. Vera-Cruz (2006), «Influencia de la política de ciencia, tecnología e innovación, sobre los incentivos y comportamiento de los agentes: lecciones del caso mexicano», *Economía, Teoría y Práctica*, (24), pp. 93-118.
- Dutrénit, G., M. Puchet Anyul, L. Sanz-Menéndez, M. Teubal y A. O. Vera-Cruz (2007), «Coevolution of Science and Technology and Innovation: A Three Stage Model of Policies Based on the Mexican Case», en Susan E. Cozzens and Elena Berger Harari (eds.), *Atlanta Conference on Science, Technology, and Innovation Policy*, IEEE: NJ, Spring 2008.
- Dutrénit, G. (2008), «Política de ciencia y tecnología y sistema de innovación: una reflexión del caso mexicano», en J. M. Martínez Piva (ed.) *Generación y protección del conocimiento: Propiedad intelectual, innovación y desarrollo económico*, Editorial Mundi-Prensa: México, pp. 301-331.
- Dutrénit, G., A. O. Vera-Cruz, J. Álvarez y L. Rodríguez (2003); «Estrategia tecnológica y demanda de investigación básica. El caso de dos empresas en México», *El Trimestre Económico*, LXX (4) (279), pp. 835-877.
- Edquist, C. (1999), «Innovation Policy. A Systemic Approach», Linköping University, Department of Technology and Social Change.
- Edquist, C. (ed.) (1997), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*, Pinter Publishers/Cassel Academic.
- Edquist, C., L. Hommen, B. Johnson, T. Lemola, F. Malerba, T. Reiss y K. Smith (1998), «The ISE Policy Statement-the Innovation Policy Implications of the Innovations Systems and European Integration». Research project funded by the TSER programme (DG XII). Linköping University, Linköping.

- Ekboir, J. (2003), «Diagnóstico del subsector», en Evaluación de la Alianza para el Campo, Informe de evaluación nacional, fomento agrícola, FAO/SAGARPA.
- Ekboir, J. M., G. Dutrénit, G. Martínez V., A. Torres Vargas y A. O. Vera-Cruz (2009), «Successful Organizational Learning in the Management of Agricultural Research and Innovation: The Mexican Produce Foundations», IFPRI, Washington: Research Report Series. Una versión anterior aparece como Ekboir, J. M. *et al* (2006). «Las Fundaciones Produce a diez años de su creación: Pensando en el futuro». ISNAR Division discussion paper #10, IFPRI: Washington.
- ENI (2001), Encuesta Nacional de Innovación, CONACYT/INEGI, México.
- ESIDET (2006), Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico, CONACYT/INEGI: México.
- ESMART (2004), Evaluación de Programas 2005: Sistema Nacional de Investigadores, Dirección Adjunta de Ciencia, CONACYT, Informe final, enero-diciembre 2004.
- ESMART (2005), Evaluación de Programas 2005: Fomento, Formación, Desarrollo y Consolidación de Científicos y Tecnólogos y de Recursos Humanos de Alto Nivel, CONACYT, Informe preliminar, enero-agosto 2005.
- Estrada, S. (2007), «La actividad de intermediación en el sistema de innovación en México», Working paper, UAM.
- «Expansión» (2002), abril, *Revista Mexicana de Negocios*.
- Fabre, F. y R. Smith (2003), «Building an Entrepreneurial Culture in Mexico». Working paper prepared to NAFIN, SNC.
- Fairlie, R. W. y C. Woodruff (2006), «Mexican Entrepreneurship: A Comparison of Self-Employment in Mexico and the United States». Discussion paper, Institute for the Study of Labor, n.º 2039, March.
- FCCT (2006a), *Diagnóstico de la política científica, tecnológica y de fomento a la innovación en México (2000-2006)*, Foro Consultivo Científico y Tecnológico: México.
- FCCT (2006b), *Bases para una política de Estado en ciencia, tecnología e innovación en México*, Foro Consultivo Científico y Tecnológico: México.
- FCCT, (2006c) México Visión 2030: Prospectiva de Largo Plazo. Grupo de Enfoque: Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología 2. (Síntesis de resultados.) Analítica Consultores, SA de CV, Foro Consultivo Científico y Tecnológico and CONACYT. February, 2006.
- FCCT (2005), «Relatorias», Seminario permanente de discusión sobre la política de ciencia, tecnología e innovación, documento de trabajo, FCCT, México.
- Figueiredo, P. N. (2001), *Technological Learning and Competitive Performance*, Edward Elgar: Cheltenham.
- Freeman, C. (1987), *Technology Policy and Economic Performance. Lessons from Japan*, Pinter Publisher: Londres.
- Freeman, C. y F. Louçã (2001), *As Time Goes By. From the Industrial Revolution to the Information Revolution*, Oxford University Press: Oxford.
- Frost, T., J. Birkinshaw y P. Ensign (2002), «Centers of Excellence in Multinational Corporations», *Strategic Management Journal*, 23 (11), pp. 997-1018.
- FUMEC Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia. www.fumec.org.mx
- Garcíadiego, J. (1996), *Rudos contra científicos. La Universidad Nacional durante la revolución mexicana*, México: El Colegio de México/UNAM.
- García-Verdú, R. (2007), «Demographics, Human Capital, and Economic Growth in Mexico: 1950-2005», Banco Mundial, inédito.

- Georghiou, L., (2004) «Evaluation of Behavioural Additionality: Concept Paper», en «*Making the Difference. The Evaluation of «Behavioural Additionality» of R&D Subsidies*», IWT-Studies 48, June, pp. 7-20.
- Giuliani, E. (2003), «Cluster Absorptive Capacity: A Comparative Study Between Chile and Italy». Paper presented in the conference to Honor Keith Pavitt: «What do we know about Innovation?». Freeman Centre, University of Sussex.
- Giuliani, E. (2005), «Cluster Absorptive Capacity: Why do Some Firms Forge Ahead and Others Lag Behind?», *European Urban and Regional Studies*, 12 (3), 269-288.
- Gómez Mont, C. (2006), «El conocimiento indígena en México: usos y prácticas cotidianas ante las tecnologías digitales». Ponencia en el Simposio «Sociedad del conocimiento y diversidad cultural», 13 al 16 de noviembre de 2006, Coordinación de Humanidades, UNAM.
- Görg, H. y D. Greenway (2001), «Foreign Direct Investment and Intra-Industry Spillovers: A Review of the Literature». Research paper 2001/37, Globalisation and Labour Markets Programme, Nottingham, Leverhulme Centre for Research on Globalisation and Economic Policy.
- Guadarrama, V. H. (2005), «Vinculación y acumulación de capacidades tecnológicas en una empresa farmacéutica. El caso Probiomed», Maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico, UAM-X.
- Guerrero, I., L. F. López-Calva y M. Walton (2006), «La trampa de la desigualdad y su vínculo con el bajo crecimiento en México». Working paper, World Bank, Representación en México.
- Guerrero, I., L. F. López-Calva y M. Walton (2006). «The Inequality Trap and Its Links to Low Growth in Mexico». Stanford Center for International Development, working paper. Stanford University Center for International Development.
- Guston, D. H. (2000), «Retiring the Social Contract for Science», issues in *Science and Technology*, Summer.
- Hanson G. y C. Woodruff (2003) «Emigration and Educational Attainment in Mexico», UCSD working paper, 2003.
- Hernández Laos, E. (2005), *Productivity Performance in Developing Countries, United Nations*, Industrial Development Organization.
- Hernández Laos, E. (2004), «Convergencias y divergencias de las economías mexicana y norteamericana en el siglo XX», *Investigación Económica*, LXIII (250).
- Hernández Laos, E. (2004), *Desarrollo demográfico y económico de México 1970-2000-2030*, Consejo Nacional de Población, México.
- Hernández Laos, E. (2005), *Productivity Performance in Developing Countries, United Nations*, Industrial Development Organization, México: México.
- Hernández Laos, E. (2006), «La productividad en México. Origen y distribución, 1960 a 2002», *Economía*, 2 (5), pp 7- 22.
- Hernández Laos, E. y A. Guzmán Chávez (2005), «¿Convergencia o divergencia en productividad industrial? Acumulación frente a asimilación en México y Estados Unidos», *Economía, Teoría y Práctica*, (22), pp 5-42.
- Hernández Laos, E. y J. Velásquez Roa, (2003), *Globalización, desigualdad y pobreza. Lecciones de la experiencia mexicana*, UAM-Plaza y Valdés, México.

- Hernández Laos, E., N. Garro Bordonaro e I. Llamas (2000), *Productividad y mercado de trabajo en México*, UAM-Plaza y Valdés: México.
- Hualde, A. y R. Gomis (2007), «Pymes de software en la frontera norte de Mexico: Desarrollo empresarial y construcción institucional de un *cluster*», *Problemas del Desarrollo*.
- IME. Instituto de los Mexicanos en el Exterior. <http://www.ime.gob.mx/>
- INIFAP (2007), *Informe de actividades del INIFAP 2004-2007* http://www.inifap.gob.mx/temas_interes/informe_2004-2007.pdf
- INIFAP http://www.inifap.gob.mx/quienes_somos/quienes_somos.htm
- International Monetary Fund. (2007b). World Economic Outlook: Globalization and Inequality, October <www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2007/02/>.
- IPN (2006), *Estadística Institucional, 2006*. <http://www.ipn.mx/contenido/conocenos/estadisticas.html>
- Jaen, B. (2007), «El papel de las empresas transnacionales en el origen y escalamiento del *cluster* de la electrónica de la región metropolitana de Guadalajara», PhD thesis, Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad de Guadalajara.
- Johnson, B. y B. Gregersen (1994), «System of Innovation and Economic Integration», *Journal of Industry Studies*, 2, pp. 1-18.
- Jordaan, J. (2005), «Determinants of Foreign Direct Investment-Induced Externalities: New Empirical Evidence for Mexican Manufacturing Industries», *World Development*, 33 (12), 2103-2118.
- Kim, L. (1997), *From Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea's Technological Learning*, Harvard Business School Press: Boston.
- Kinoshita, Y. (2000), «R&D and Technology Spillovers via FDI: Innovation and Absorptive Capacity», CEPR working paper n.º 349.
- Kuznetsov, Y. (2007), «International Migration of Talent and Home Country Development: From First Movers to a Virtuous Cycle», *Journal of Intellectual Capital*, November.
- Lall, S. (1992), «Technological Capabilities and Industrialization», *World Development*, 20 (2), 165-186.
- Larosse, J. (2004), «Conceptual and Empirical Challenges of Evaluating the Effectiveness of Innovation Policies with "Behavioural Additionality" (the Case of IWT R&D Subsidies)», OCDE.
- Laurey, D. (1992), «Universities, Public Policy And Economic Development in Latin America: The Cases of Mexico and Venezuela», *Higher Education*, 23, pp. 65-78.
- Lema, J. (2006), Reporte del rector general, UAM. <http://www.transparencia.uam.mx/inforganos/anuarios/anuario2006/InformeAnual2006.pdf>
- Observatorio Laboral* (Labour Market Observatory). México, Secretaría del Trabajo y Previsión Social, www.observatoriolaboral.gob.mx/
- López-Calva, L. y M. Székely (2006), *La medición del desarrollo humano en México*, Fondo de Cultura Económica: México.
- López-Córdova, E. (2002), «NAFTA and Mexico's Manufacturing Productivity: An Empirical Investigation using Micro-level Data». Working paper presented at the Latin American and Caribbean Economic Association Meeting, Madrid.
- López Gallardo, J., J. C. Moreno-Brid y M. Puchet Anyul (2006), «Financial Fragility and Financial Crisis in Mexico», *Metroeconomía*, 57 (3), pp. 365-388.

- Loría, E. y De Jesús, L. (2007), «Los acervos de capital de México: Una estimación, 1980. I- (2004)», *El Trimestre Económico*, LXXIV (294).
- Lundvall, B. A. (1996) «Information Technology in the Learning Economy. Challenges For Development Strategies». Background paper for UNCSTD Working Group on IT and Development.
- Madsen, E. L. y B. Brastad (2006), «Behavioural Additionality of Innovation Norway's Financial Support Programmes», en OCDE (ed.), *Government R&D Funding and Company Behaviour: Measuring Behavioural Additionality*. OCDE: París.
- Maloney W. y G. Perry (2005), «Hacia una política de innovación eficiente en América Latina», *Revista de la CEPAL*, n.º 87.
- Máttar, J., J. C. Moreno-Brid y W. Peres (2003), «Foreign Investment in Mexico after Economic Reform», en K. J. Middlebrook y E. Zepeda (eds.), *Confronting Development: Assessing Mexico's Economic and Social Policy Challenges*, Stanford: Stanford University Press, pp. 123-160.
- Mckelvey, B., J. A. C. Baum y T. Donald (1999), «Campbell's Evolving Influence on Organization Science», in J. A. Baum, C. B. McKelvey (eds.), *Variations in Organization Science: In Honor of Donald T. Campbell*, Sage Publications, New Delhi, 1999, pp. 1-15.
- Mejía Reyes, P., E. E. Gutiérrez Alva, y C. A. Fariás Silva (2006). «La sincronización de los ciclos económicos de México y Estados Unidos», *Investigación Económica*, 65 (258), 15-45.
- Metcalfe, J. S., A. James y A. Mina (2005), «Emergent Innovation Systems and the Delivery of Clinical Services: The Case of Intra-Ocular Lenses», *Research Policy*, Vol. 34, pp. 1283-1304.
- Metcalfe, S. (1995), «The Economics Foundations of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspective», in Stoneman, P. (ed.), *Handbook of Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell: Oxford.
- Miller, K. (2006), «Group Hopes to Stem Mexican Tech Brain Drain: Nearly a Third of all Mexicans with Advanced Degrees Leave the Country». The Associated Press in MSNBC.com Dec. 6, 2006. <http://www.msnbc.msn.com/id/16080233/>
- Mochi, P. y A. Hualde (2007), «Oportunidades y desafíos de la industria del software en México», reporte de investigación, CEPAL.
- Murmann, J. P. (2002), «The Coevolution of Industries and National Institutions: Theory and Evidence». Working paper, FSIV02.14, Social Science Research Center, Berlin.
- Murmann, J. P. (2003), «The Coevolution of Industries and Academic Disciplines». Working paper, WPO3-1, Kellogg School of Management, Northwestern University.
- Murray, F. (2002), «Innovation as Coevolution of Scientific and Technological Networks: Exploring Tissue Engineering», *Research Policy*, Vol. 31, pp. 1389-1403.
- Mytelka, L. K. y K. Smith (2002), «Policy Learning and Innovation Theory: An Interactive and Co-evolving Process», *Research Policy*, Vol. 31, pp. 1467-1479.
- Narula. R. (2003), *Globalization and Technology: Interdependence, Innovation Systems and Industrial Policy*, Policy Press: Cambridge.
- Nadal, A. (1995), «Harnessing the Politics of Science and Technology Policy in Mexico», in Bastos, M. I. y C. Cooper (eds.), *Politics of Technology in Latin America*, Routledge and UNU/Intech Studies in New Technology and Development, pp. 109-153.

- Nelson, R. (1994), «The Coevolution of Technology, Industrial Structure and Supporting Institutions», *Industrial and Corporate Change*.
- Nelson, R. (1995a), «Recent Evolutionary Theorizing about Economic Change», *Journal of Economic Literature*, 33, pp. 48-90.
- Nelson, R. (1995b), «Coevolution of Industry Structure, Technology and Supporting Institutions, and the Making of Comparative Advantage», *International Journal of the Economics of Business*, Vol. 2 (2), pp. 171-184.
- Nelson, R. R. y S. G. Winter (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, The Belknap Press of Harvard University Press: Cambridge.
- Nevaer, L. (2003) «For Calderon, Reversing Mexico's "Brain Drain" is Key to Success» in *News America Media*. Editor's note; January, 3rd 2007; Online: http://news.newamericamedia.org/news/view_article.html?article_id=27a45c9fad7a2a1c131ac487c9670465
- Norgaard, R. (1984), «Coevolutionary Development Potential», *Land Economics*, Vol. 60, pp. 160-173.
- Norgaard, R. (1994), *Development Betrayed: The End of Progress and a Coevolutionary Revisioning of the Future*, Routledge: London.
- OCDE (2004, 2005, 2006 y 2007), *Main Science and Technology Indicators*, OCDE: París.
- OCDE (2006), *Compendio de indicadores de productividad*, OCDE, París.
- OCDE (2006), *Government R&D Funding and Company Behaviour: Measuring Behavioural Additionality*, OCDE: París.
- Orozco, M. (2004), «Remittances to Latin America and the Caribbean: Issues and Perspectives on Development». Reporte preparado para OAS, Office of the Summit Process.
- Ortega Lomelín, R. y H. R. Rocher Salas (2006), «El nuevo marco regulatorio para fortalecer a los centros públicos de investigación», documento de trabajo, ADIAT.
- Ortiz, E. (2007), *Políticas de cambio estructural en la economía mexicana, evaluación y perspectivas para un nuevo proyecto de nación*, Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco: México DF.
- Padilla, S. y M. L. Carbajal (2007), «A Successful Experience of Innovation and Technological Learning in the Automobile Industry: The Tremec-Chrysler Case», in Parto, S., T. Ciarli y S. Arora (2005), «Economic Growth, Innovation Systems, and Institutional Change: A Trilogy in Five Parts». Working paper, MERIT-Infonomics Research Memorandum serie.
- Pavitt, K. (2000), «Why European Union Funding of Academic Research should be Increased: A Radical Proposal», *Science and Public Policy*, Vol. 27 (6), pp. 455-460.
- Pérez-González, F. (2004), «The Impact of Acquiring Control on Productivity: Evidence from Mexican Manufacturing Plants». Social Science Research Network, PFP *Partnership for Prosperity*, http://p4p.fox.presidencia.gob.mx/p4p_us.php?seccion=resultados
- Polt, W. y F. Psarra (2006), «Behavioural Additionality of the EU's 5th Framework Programme», en OCDE (ed.), *Government R&D Funding and Company Behaviour: Measuring Behavioural*, OCDE: París.
- Puchet Anyul, M. (2008), «Incentivos, mecanismos e instituciones económicas presupuestas en el ordenamiento legal mexicano vigente de la ciencia y la tecnología», en *Prioridades para la definición de la agenda en ciencia, tecnología e innovación*, IBERGOP y FLACSO -Sede México.
- Puchet Anyul, M. (2007) «Marco legal e institucional de la ciencia y la tecnología en México (1990-2005)». Working paper IDB-OVE.

- Puchet Anyul, M. y P. Ruiz (2008), «Aspectos económico institucionales del marco regulatorio mexicano del sistema nacional de innovación», *Revista REDES* (forthcoming).
- Puchet Anyul, 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*, Editorial Porrúa/Fac. Derecho, UNAM: México.
- Reardon, T. y L. Flores (2006), «Customized Competitiveness Strategies for Horticultural Exporters: Central America Focus with Lessons from and for other Regions», *Food Policy*, 31 (6).
- Rocha, A. y R. López (2003) «Política en ciencia y tecnología en México: Un análisis retrospectivo», en Abortes, J. y G. Dutrénit (eds.), *Innovación, aprendizaje y creación de capacidades tecnológicas*, UAM-Xochimilco/Miguel Ángel Porrúa: México, pp. 103-132.
- Rodríguez Vargas, M. (2007), «El empleo y las políticas activas del mercado de trabajo en México en un mundo globalizado», Tesis del Programa de Doctorado en Investigación en Ciencias Sociales, EACSO-Sede México.
- Rothwell, R. (1994), «Industrial Innovation: Success, Strategy, Trends», in Dodgson, M. and Rothwell, R. (eds.), *The Handbook of Industrial Innovation*, Edward Elgar, Aldershot, pp. 33-53.
- Ruiz, E. (2004), *Ingenieros en la industria manufacturera: formación, profesión y actividad laboral*, CESU-UNAM, Plaza y Valdés: México.
- Salgado, Héctor y Lorenzo Bernal (2007), «Multifactor Productivity and its Determinants: An Empirical Analysis for Mexican Manufacturing», Dirección General de Investigación Económica, Banco de México, Documento de Investigación 2007-09.
- Santiago, F. (2006), «Demand Factors Conditioning the Development of Human Resources for Innovation: Some Lessons from Mexico». Paper prepared for the 4th Globelics Annual Conference, 2006 Centre for Development Studies and Indian Institute of Management Bangalore Trivandrum, Kerala, India; 4-7 October.
- Santos, E. S. y G. Dutrénit (2007), «Adicionalidad de comportamiento asociada a los estímulos fiscales en México» en *Innovación y Competitividad*, año VII (27), pp. 4-10.
- Santos, E. (2006), «Adicionalidad de comportamiento asociada a los estímulos fiscales en México: 2001-2005», Tesis de la Maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico, UAM-X.
- Sanz, L. et al (2007), *Evaluación de la política de I+D e innovación de México (2001-2006)*, ADIAT: México.
- Scimago Research Group (2006), Atlas de la ciencia, http://www.atlasofscience.net/atlas/scriptat/rankingf_sp.asp?externo=1.
- Smith, K. (1997), «Economic Infrastructures and Innovation Systems», en Edquist, C. (ed.), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organisations*, Pinter: London.
- Smits, R. and S. Kuhlmann (2004), «The Rise of Systemic Instruments in Innovation Policy», *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, Vol 1 (1 & 2), pp. 4-32.
- Solimano, A. y C. Allendes (2007), *Migraciones internacionales, remesas y el desarrollo económico: La experiencia Latinoamericana*, CEPAL, División de Desarrollo Económico: Santiago de Chile.
- Solleiro, J. L. y R. Castanón (2005), «Competitiveness and Innovation Systems: The Challenges for Mexico's Insertion in the Global Context», *Technovation*, 25 (9), pp. 1059-1070.

- Solow, R. M. (1956), «A Contribution to the Theory of Economic Growth», *Quarterly Journal of Economics*, 70, p. 65-94.
- Sotarauta, M. y S. Srinivas (2006), «Coevolutionary Policy Processes: Understanding Innovative Economies and Future Resilience», *Futures*, Vol. 38, pp. 312-336.
- Street, N. W. (2007), «Gobernabilidad democrática en México: Más allá de la captura del Estado y la polarización social», Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial, Departamento de México y Colombia/Región de América Latina y el Caribe, Washington, DC, USA.
- Székely, M. (2005), «Pobreza y desigualdad en México entre 1950 y el 2004», *El Trimestre Económico*, n.º 288, vol. LXXII (4).
- TECHBA Technology Business Accelerator www.techba.com
- Teece, D., R. Rumelt, G. Dosi y S. Winter (1994), «Understanding Corporate Coherence: Theory and Evidence», *Journal of Economic Behaviour and Organization*, 23, pp. 1-30.
- Teichler, U. (1999), «Higher Education Policy and the World of Work: Changing Conditions and Challenges», *Higher Education Policy*, 12, pp. 285-312.
- Teubal, M. (1996), «R&D and Technology Policy at NICs as Learning Processes», *World Development*, Vol. 24 (3), pp. 449-460.
- Teubal, M. (1997), «A Catalytic and Evolutionary Approach to Horizontal Technological Policies», *Research Policy*, 25, pp. 1161-88.
- Teubal, M. (2002), «What is the Systems of Innovation (SI) Perspective to Innovation and Technology Policy (ITP) and how can we apply it to Developing and Industrialized Economies?», *Journal of Evolutionary Economics*, 12, pp. 233-257.
- Teubal, M. (2006), informal notes.
- Thulstrup, J. D. (1994), «Scientific Research for Development», informal working paper, World Bank.
- TIES La iniciativa para capacitación, pasantía, intercambios y becas. <http://www.hedprogram.org/CurrentRFAs/TIESUSMexicoUniversityPartnerships/TIES2007Versi%C3%B3nEspa%C3%Blol/tabid/218/Default.aspx>
- Torres, A. (2004), *Growth Paths of Large Firms in Late Industrializing Countries: The Case of the Mexican Business Groups 1890s-1990s*. DPhil Thesis, SPRU, University of Sussex.
- Torres, A. y J. Jasso (2007), «Trayectoria de aprendizaje y la compra de empresas extranjeras en dos grupos corporativos mexicanos: El reto de adquirir y fusionar capacidades externas», en Casas, R., C. de Fuentes y A. O. Vera-Cruz (2005), *Acumulación de capacidades tecnológicas, Aprendizaje y cooperación en la esfera global & local*, UAM-ADIAT-Miguel Ángel Porrúa: México.
- Torres, A. y J. Jasso (2005), «Cross Border Acquisitions and Mergers: The Learning Process of the Mexican Corporate Groups», *Innovation, Management, Policy and Practice*, 7 (2/3).
- UAM (2006) *Anuario Estadístico*. <http://www.transparencia.uam.mx/inforganos/anuarios/anuario2006/index.html>
- UEMEXCT Bureau for European and Mexican Science and Technology Cooperation. Power point presentation http://www.conacyt.mx/uemexcyt/Biblioteca/files/Acerca/UEMEXCYT_EN.ppt
- UNAM (2007), *Agenda Estadística 2007* <http://www.planeacion.unam.mx/agenda/2007/>
- UNAM, <http://www.unam.mx/>
- UNCTAD (2006), *World Investment Report 2006. FDI from Developing and Transition Economies*, UNCTAD.

- Unger, K. (2006), «Market and System Failures of the Mexican NIS». Working paper, FFCT, Mexico.
- Universidad de Guadalajara (2007), Informe sexenal 2001-2006. Coordinación General de Cooperación e Internacionalización. Universidad de Guadalajara. Power point presentation.
- USDof's *Partnership for Prosperity* US Department of State. Online: <http://www.state.gov/p/wha/ci/mx/c7980.htm>
- USEM (2004), «US-Mexico Partnership for Prosperity Celebrates Successes». Press Releases '03-'04; Press Release 06-28-04; US Embassy to Mexico. <http://www.usembassy-mexico.gov/eng/releases/epo40628p4p.html>
- USEM (2007), «United States Peace Corps Volunteers Promote Economic Development and Environmental Conservation», Statement by Ms. Leslie Bassett, Chargé d'Affaires ad Interim. Press Release 07/2007; US Embassy to Mexico. <http://www.usembassy-mexico.gov/eng/releases/ep071219PeaceCorps.html>
- Vera-Cruz, A. O., G. Dutrénit, J. Ekboir, G. Martínez y A. Torres-Vargas (2008), «Virtues and Limits of Competitive Funds to Finance Research and Innovation: The Case of Mexican Agriculture», *Science and Public Policy*, 35 (7), pp. 501-513.
- Van den Bergh, J. C. J. M. y J. M. Gowdy, 2003. «The Microfoundations of Macroeconomics: An Evolutionary Perspective», *Cambridge Journal of Economics*, Vol. 27(1), pp. 65-84.
- Vitela, N. (2002), «Brain Drain», diario *Reforma*; Grupo Reforma, febrero 15, 2002.
- Volberda, H. W. y A. Y. Lewin (2003), «Coevolutionary Dynamics Within and Between 2,136 Firms: From Evolution to Coevolution», *Journal of Management Studies*, Vol. 8, pp. 2111.
- Wei, J. (2005), «Engineering for a Post-Industrial World», *Technology in Society* (27), pp. 123-132.
- Wells, L. (1983), *Third World Multinationals: The rise of Foreign Investment from Developing Countries*, MIT Press: Boston.
- Winder, N., B. S. McIntosh y P. Jeffrey (2005), «The Origin, Diagnostic Attributes and Practical Application of Coevolutionary Theory», *Ecological Economics*, Vol. 54, pp. 347-361.
- Woo Lee, K. (1998), «An Alternative Technical Education System: A Case Study of Mexico», *International Journal of Educational Development*, 18 (4): 305-317.
- Woolhuis, R. K., M. Lankhuizen y V. Gilsing (2005), «A System Failure Framework for Innovation Policy Design», *Technovation*, 25, pp. 609-619.
- World Bank (2005a), World Development Indicators, WB: Washington.
- World Bank (2006), *The Development Impact of Workers' Remittances in Latin America*. Report n.º 37026. 2 Vols. August, 25th. Online: <http://www-wds.worldbank.org/external/default/main?pagePK=64187835&piPK=64187936&theSitePK=523679&siteName=WDS&menuPK=64187283&callBack=&projid=P095684&siteName=&menuPK=300932&callBack=>
- World Economic Forum (2007), *The Global Competitiveness Report 2005-2006, Policies Underpinning Rising Prosperity*, World Economic Forum.

Anexo 1. Cuadros del Capítulo 1

CUADRO 1. México: Principales indicadores económicos			
	1998	1999	2000
Tasas anuales de variación			
Producto interno bruto total	4.9	3.9	6.6
Producto interno bruto por habitante	3.1	2.2	5.2
Producto interno bruto por tipo de gasto			
Consumo	5	4.4	7.4
Gobierno general	2.3	4.7	2.4
Privado	5.4	4.3	8.2
Formación bruta de capital fijo	10.3	7.7	11.4
Exportaciones	12.2	12.3	16.3
Importaciones	16.6	14.1	21.5
Porcentajes del PIB			
<i>Sector público</i>			
Ingresos totales	20.4	20.8	21.6
Ingresos tributarios	3.7	3.3	5.2
Gastos totales	21.6	22	22.7
Gastos corrientes	12.4	12.5	13
Intereses	2.6	3.1	2.6
Gastos de capital	3.1	2.8	2.7
Resultado primario	1.7	2.5	2.6
Resultado global	-1.2	-1.1	-1.1
Deuda del sector público	34.2	31	27.7
Interna	10.6	11.9	13
Externa	23.7	19.1	14.7
<i>Inversión y ahorro</i>			
Inversión interna bruta	24.3	23.5	23.8
Ahorro nacional	20.5	20.6	20.6
Ahorro externo	3.8	2.9	3.2
Tasa de desempleo abierto	4.7	3.7	3.4
<i>Precios (porcentajes anuales)</i>			
Variación de los precios al consumidor	18.6	12.3	9
Variación del índice nacional de precios al productor	17.5	12.5	6.4
Variación del tipo de cambio nominal	22.9	-4	1.2
Tasa de interés pasiva nominal	22.4	20.9	14.6
Tasa de interés activa nominal	26.4	23.7	16.9

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	0.2	0.8	1.4	4.2	2.8	4.8	3.3
	-1.2	0	0.6	3.4	1.9	3.7	2.1
	1.9	1.4	2.1	3.6	4.6	5.1	
	-2	-0.3	0.8	-0.4	0.4	6	
	2.5	1.6	2.2	4.1	5.1	5	
	-5.6	-0.6	0.4	7.5	7.6	10	
	-3.6	1.4	2.7	11.6	7.1	11.1	
	-1.6	1.5	0.7	11.6	8.6	12.2	
	21.9	22.1	23.2	23	23.3	24.7	
	4.9	4.2	5.3	6.5	7.2	7.3	
	22.6	23.3	23.9	23.2	23.4	24.6	
	13.3	13.8	14.6	13.6	14	14.5	
	2.6	2.1	2.3	2.1	2.2	2.3	
	2.6	3.2	3	3.5	3.4	3.7	
	2.6	1.7	2.1	2.5	2.4	2.9	
	-0.7	-1.2	-0.6	-0.2	-0.1	0.1	
	26.5	28.1	28.6	26.9	25.3	25.5	
	13.8	15.2	15.8	15.3	16	19	
	12.6	13	12.9	11.6	9.2	6.5	
	20.8	20.6	20.5	22	21.8	21.9	
	18	18.4	19.1	21.1	21.1	21.7	
	2.8	2.2	1.4	1	0.6	0.2	
	3.6	3.9	4.6	5.3	4.7	4.6	4.8
	4.4	5.7	4	5.2	3.3	4.1	3.75
	1.3	9.2	6.8	8	3.4	7.3	
	-4.8	13.2	8.3	-0.7	-4.6	1.7	
	11	6.2	5.1	5.4	7.6	6	6
	12.8	8.2	6.9	7.2	9.9	7.4	7.5

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

CUADRO 2. Producto Interno Bruto, tasa de crecimiento anual

	Promedio 1982-92	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Australia	2.9	3.9	5.0	4.0	4.0	3.8	5.2
Austria	2.6	0.4	2.4	2.6	2.6	2.2	3.7
Bélgica	2.3	-1.0	3.2	2.4	1.1	3.5	1.7
Canadá	2.6	2.3	4.8	2.8	1.6	4.2	4.1
República Checa	..	..	2.6	5.9	4.2	-0.7	-0.8
Dinamarca	2.1	-0.1	5.5	3.1	2.8	3.2	2.2
Finlandia	1.6	-1.0	3.6	4.0	3.6	6.1	5.2
Francia	2.3	-0.8	1.5	1.8	1.0	2.1	3.3
Alemania	3.0	-0.8	2.7	2.0	1.0	1.9	1.8
Grecia	1.3	-1.6	2.0	2.1	2.4	3.6	3.4
Hungría	..	..	2.9	1.5	1.2	4.7	4.9
Islandia	1.7	1.3	3.6	0.1	4.8	4.9	6.3
Irlanda	3.6	2.7	5.8	9.6	8.3	11.7	8.6
Italia	2.5	-0.9	2.3	2.9	0.6	2.0	1.3
Japón	3.8	0.2	1.1	2.0	2.7	1.6	-2.0
Corea	8.9	6.1	8.5	9.2	7.0	4.7	-6.9
Luxemburgo	6.0	4.2	3.8	1.4	1.6	5.9	6.5
México	1.9	1.9	4.5	-6.2	5.1	6.8	4.9
Holanda	2.8	0.7	2.9	3.0	3.4	4.3	3.9
Nueva Zelanda	1.5	4.7	6.2	4.2	3.4	3.0	0.7
Noruega	3.0	2.8	5.1	4.2	5.1	5.4	2.7
Polonia	..	..	5.3	7.0	6.2	7.1	5.0
Portugal	3.4	-2.0	1.0	4.3	3.6	4.2	4.8
República Eslovaca	..	..	6.2	5.8	6.9	5.7	3.7
España	3.2	-1.0	2.4	2.8	2.4	3.9	4.5
Suecia	1.9	-2.0	3.8	4.1	1.4	2.5	3.6
Suiza	2.1	-0.2	1.1	0.4	0.5	1.9	2.8
Turquía	5.1	8.0	-5.5	7.2	7.0	7.5	3.1
Reino Unido	2.5	2.3	4.3	2.9	2.8	3.0	3.3
Estados Unidos	3.5	2.7	4.0	2.5	3.7	4.5	4.2
Euroárea	2.7	-0.7	2.4	2.4	1.4	2.6	2.7
Total OCDE	3.3	1.5	3.3	2.5	3.0	3.6	2.6

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Promedio
	4.3	3.5	2.2	3.9	3.4	3.2	3.0	2.4	3.3	3.7
	3.7	2.8	0.6	0.5	0.8	2.3	2.6	3.4	3.2	2.2
	3.3	3.9	0.7	1.4	1.0	2.8	1.4	3.0	2.5	2.1
	5.5	5.2	1.8	2.9	1.8	3.3	2.9	2.7	2.5	3.2
	1.3	3.7	2.5	1.9	3.6	4.2	6.1	6.1	5.5	3.1
	2.6	3.5	0.7	0.5	0.4	2.1	3.1	3.2	2.2	2.3
	3.9	5.3	2.5	1.6	1.9	3.5	3.0	5.5	3.0	3.5
	3.0	4.0	1.8	1.1	1.1	2.0	1.2	2.1	2.2	1.8
	1.9	3.5	1.4	0.0	-0.2	0.8	1.1	3.0	2.9	1.5
	3.4	4.5	4.5	3.9	4.9	4.7	3.7	4.2	3.9	3.3
	4.2	5.0	4.1	4.3	4.1	4.9	4.2	3.9	2.5	3.5
	4.1	4.3	3.9	-0.1	2.7	7.6	7.2	2.6	0.8	3.6
	10.7	9.2	5.9	6.0	4.3	4.3	5.5	6.0	5.5	6.9
	1.9	3.8	1.7	0.3	0.1	1.0	0.2	1.9	2.0	1.4
	-0.1	2.9	0.2	0.3	1.4	2.7	1.9	2.2	2.4	1.3
	9.5	8.5	3.8	7.0	3.1	4.7	4.2	5.0	4.3	5.2
	8.4	8.3	2.5	3.8	1.4	3.7	3.9	6.2	4.8	4.4
	3.9	6.6	-0.2	0.8	1.4	4.2	2.8	4.8	3.4	3.0
	4.7	3.9	1.9	0.1	0.3	2.0	1.5	2.9	2.9	2.6
	4.7	3.8	2.5	4.5	4.2	4.0	2.5	1.7	2.1	3.5
	2.0	3.3	2.0	1.5	1.0	3.9	2.7	2.9	3.1	3.2
	4.5	4.3	1.2	1.4	3.9	5.3	3.6	6.1	6.7	4.5
	3.9	3.9	2.0	0.8	-0.7	1.3	0.5	1.3	1.8	2.0
	0.3	0.7	3.2	4.1	4.2	5.4	6.0	8.3	8.7	4.6
	4.7	5.0	3.6	2.7	3.0	3.2	3.5	3.9	3.6	3.2
	4.3	4.4	1.2	2.0	1.8	3.6	2.9	4.7	4.3	2.8
	1.3	3.6	1.0	0.3	-0.2	2.3	1.9	2.7	2.1	1.4
	-4.7	7.4	-7.5	7.9	5.8	8.9	7.4	6.0	5.7	4.3
	3.0	3.8	2.4	2.1	2.7	3.3	1.9	2.8	2.7	2.9
	4.4	3.7	0.8	1.6	2.5	3.9	3.2	3.3	2.1	3.1
	2.9	4.0	1.9	0.9	0.8	1.8	1.5	2.8	2.7	2.0
	3.3	4.0	1.1	1.6	1.9	3.2	2.6	3.2	2.7	2.7

FUENTE: OCDE Economic Outlook 81 database.

CUADRO 3. México: Comercio exterior de la industria manufacturera* 1993-2007

Año	1993	1994	1995	1996
<i>Exportaciones</i>				
Totales	42,998	51,766	68,711	82,476
Definitivas (a)	8,576	10,562	14,035	13,832
Maquila (b)	21,801	26,227	31,070	36,883
DCR - PITEX (c)	12,621	14,977	23,606	31,761
Porcentaje (b+c)	80	80	80	83
<i>Importaciones</i>				
Totales	62,959	76,213	69,875	85,014
Definitivas (a)	41,732	44,244	28,691	34,567
Maquila (b)	16,379	20,417	26,125	30,440
Temporales (c)	4,848	11,552	15,059	20,008
Porcentaje (b+c)	34	42	59	59
<i>Saldo</i>				
Totales	-19,962	-24,446	-1,164	-2,539
Definitivas	-33,157	-33,682	-14,656	-20,735
Maquila	5,422	5,810	4,945	6,443
Temporales	7,773	3,425	8,546	11,753
<i>Integración maquila y temporales</i>				
M/X Maquila	75.1	77.8	84.1	82.5
M/X Temporales	38.4	77.1	63.8	63.0

* Millones de dólares.

	1997	1998	1999	2000	2001	2002
	96,947	107,639	124,167	147,774	142,936	143,873
	13,297	11,908	11,521	13,022	13,507	15,775
	44,919	52,726	63,683	79,330	76,829	77,994
	38,731	43,005	48,963	55,422	52,599	50,105
	86	89	91	91	91	89
	105,954	121,004	137,805	170,080	163,466	163,477
	45,847	52,306	58,706	72,738	75,990	76,550
	36,273	42,492	50,308	61,634	57,539	59,208
	23,834	26,207	28,790	35,708	29,937	27,719
	57	57	57	57	54	53
	-9,008	-13,365	-13,638	-22,305	-20,530	-19,604
	-32,551	-40,397	-47,185	-59,717	-62,482	-60,775
	8,647	10,234	13,375	17,697	19,290	18,785
	14,896	16,799	20,173	19,714	22,662	22,385
	80.8	80.6	79.0	77.7	74.9	75.9
	61.5	60.9	58.8	64.4	56.9	55.3

CUADRO 4. México: Balanza de pagos y otros indicadores del sector externo 1998-2006

	1998	1999	2000	2001
<i>Balanza de pagos</i>				
Balanza de cuenta corriente	-15,993	-13,949	-18,683	-17,683
Balanza de bienes	-7,834	-5,613	-8,337	-9,617
Exportaciones FOB	117,539	136,362	166,121	158,780
Importaciones FOB	125,373	141,975	174,458	168,396
Balanza de servicios	-905	-1,799	-2,323	-3,558
Balanza de renta	-13,266	-12,651	-15,017	-13,847
Balanza de transferencias corrientes	6,012	6,313	6,994	9,338
Balanzas de capital y financiera	19,203	18,226	25,793	25,008
Inversión extranjera directa neta	12,409	13,712	17,789	23,045
Capital financiero	6,794	4,514	8,004	1,963
Balanza global	3,210	4,277	7,110	7,325
Variación en activos de reserva	-2,138	-592	-2,824	-7,325
Otro financiamiento	-1,072	-3,685	-4,286	0
<i>Otros indicadores del sector externo</i>				
Tipo de cambio real efectivo (índice 2000=100)	119.1	108.9	100	93.5
Relación de precios del intercambio de bienes	90.6	99.3	100	97.4
Transferencia neta de recursos				
(miles de millones de dólares)	4.9	1.7	6.5	11.2
Deuda externa bruta total				
(miles de millones de dólares)	160	166	149	145
Utilidades e intereses netos	-10.3			
(Porcentajes de las exportaciones)	-10.3	-8.7	-8.4	-8.1
Tasas anuales medias.				

	2002	2003	2004	2005	2006
	-14,109	-8,820	-6,691	-4,908	-1,853
	-7,633	-5,779	-8,811	-7,587	-6,133
	161,046	164,766	187,999	214,233	249,997
	168,679	170,546	196,810	221,820	256,130
	-4,048	-4,601	-4,607	-4,713	-6,027
	-12,696	-12,298	-10,316	-13,093	-13,161
	10,268	13,858	17,044	20,484	23,468
	21,198	18,258	10,749	12,073	850
	18,472	14,087	17,964	13,262	13,279
	2,726	4,172	-7,215	-1,189	-12,429
	7,090	9,438	4,058	7,164	-1,003
	-7,090	-9,438	-4,058	-7,164	1,003
	0	0	0	0	0
	92.9	104.5	109.4	106	106.45
	97.9	98.8	101.6	103.6	104.1
	8.5	6	0.4	-1	-12.3
	135	132	131	128	117
	-7.3	-6.9	-5.1	-5.7	-4.9

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

CUADRO 5. Inversión extranjera directa. Por sector económico. Anual

Periodo	Total	Agropecuario	Extractivo
1980	1,622.60	0.9	86.7
1981	1,701.10	-5.4	-189
1982	626.5	1.8	6.7
1983	683.7	0.2	15
1984	1,429.80	0.8	5.7
1985	1,729.00	0.4	18
1986	2,424.20	0.2	30.8
1987	3,877.20	15.2	48.8
1988	3,157.10	-12	24.9
1989	2,499.70	19.3	9.5
1990	3,722.40	61.1	93.9
1991	3,565.00	44.9	31
1992	3,599.60	39.3	8.6
1993	4,900.70	34.5	55.1
1994	10,646.90	10.8	97.8
1995	8,374.60	11.1	79.1
1996	7,847.90	33.4	84.1
1997	12,145.60	10	130.6
1998 ^{a/}	8,373.50	29.1	49.4
1999	13,733.70	82.5	143.8
2000	17,923.30	91.6	200.2
2001	29,507.80	63.8	21.5
2002	21,152.90	93	251.4
2003	16,589.20	11.8	84
2004	22,777.00	17.1	172.8
2005	20,960.30	5.2	193.8
2006	16,908.50	20.4	334.6

a. Para el periodo 1994-1998, la inversión extranjera directa (IED) se integra con los montos notificados al Registro Nacional de Inversiones Extranjeras (RNIE) al 30 de septiembre de 2007 y materializados en el año de referencia, más importaciones de activo fijo por parte de maquiladoras. A partir de 1999, se incluyen además los conceptos de nuevas inversiones fuera del capital social, reinversión de utilidades y cuentas entre compañías que se han notificado al RNIE. No incluye la estimación de la IED realizada

	Industrial	Otros ^{b/}	Estados Unidos	US%
	1,285.70	249.30	1,078.6	66.5
	1,405.60	489.90	1,072.1	63.0
	381.3	236.7	426.1	68.0
	597	71.5	266.6	39.0
	1,269.60	153.70	912	63.8
	1,165.80	544.80	1,326.8	76.7
	1,918.90	474.30	1,206.4	49.8
	2,400.50	1,412.70	2,669.6	68.9
	1,020.00	2,124.20	1,241.6	39.3
	982.4	1,488.50	1,813.8	72.6
	1,192.90	2,374.50	2,308	62.0
	963.6	2,525.50	2,386.5	66.9
	1,100.80	2,450.90	1,651.7	45.9
	2,320.50	2,490.60	3,503.6	71.5
	6,191.90	4,346.40	4,966.5	46.6
	4,862.10	3,422.30	5,514.8	65.9
	4,819.30	2,911.10	5,281.1	67.3
	7,290.40	4,714.60	7,420.3	61.1
	5,010.10	3,284.90	5,467	65.3
	9,165.60	4,341.80	7,443.6	54.2
	9,939.00	7,692.50	12,811.3	71.5
	5,850.20	23,572.30	21,409.4	72.6
	8,712.60	12,095.90	12,924.6	61.1
	7,549.50	8,943.90	9,281.1	55.9
	12,963.60	9,623.50	8,511.2	37.4
	11,934.90	8,826.40	10,511.8	50.2
	9,378.90	7,174.60	10,829.7	64.0

que aún no ha sido notificada al RNE. En congruencia con las prácticas internacionales, la suma de los porcentajes parciales puede diferir de los totales o subtotales correspondientes debido al redondeo que hace automáticamente la hoja de cálculo.

b. Incluye servicios financieros, de administración y alquiler de bienes muebles e inmuebles. Servicios comunales y sociales; hoteles y restaurantes; profesionales, técnicos y personales.

FUENTE: Secretaría de Economía. Dirección General de Inversión Extranjera.

CUADRO 6. Productividad laboral. Porcentaje de cambio respecto del período previo

	Promedio 1992-2007	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Australia	1.7	3.0	3.4	1.9	-0.2	2.7	2.9
Austria	1.8	1.7	1.2	2.3	2.7	2.2	1.4
Bélgica	1.4	1.7	-0.3	3.6	1.7	0.8	3.1
Canadá	1.4	1.9	1.8	2.7	1.0	0.7	2.1
República Checa	2.8	..	..	1.3	5.2	3.2	-0.9
Dinamarca	1.8	3.1	1.4	3.8	2.1	1.8	2.0
Finlandia	2.7	3.4	5.3	5.1	2.2	2.2	2.8
Francia	1.1	2.3	0.5	1.4	0.9	0.7	1.6
Alemania	1.4	3.4	0.5	2.8	1.7	1.3	2.0
Grecia	2.0	-0.8	-2.4	0.1	1.2	2.8	4.2
Hungría	2.8	..	..	..	5.1	1.6	4.5
Islandia	1.7	-3.4	1.5	2.8	-2.9	4.8	4.9
Irlanda	2.7	2.8	1.2	2.4	4.5	4.5	5.8
Italia	0.8	1.4	1.8	4.0	3.1	0.0	1.6
Japón	1.3	-0.1	0.0	1.0	1.9	2.3	0.5
Corea	3.8	3.9	4.9	5.2	6.1	4.7	2.9
Luxemburgo	1.0	-0.7	2.4	1.2	-0.9	-1.0	2.8
México	0.6	0.0	-1.6	0.9	-7.6	1.5	0.6
Holanda	0.9	0.1	0.3	2.2	0.7	0.9	0.9
Nueva Zelanda	1.0	0.4	3.1	1.5	-0.2	0.7	1.5
Noruega	2.0	3.8	2.8	3.5	1.9	2.5	2.4
Polonia	4.1	..	..	7.0	6.0	5.0	5.6
Portugal	1.3	0.2	0.0	1.1	4.9	3.1	2.3
República Eslovaca	3.8	..	..	..	4.0	4.5	7.1
España	0.6	2.4	1.9	2.9	0.9	0.7	0.3
Suecia	2.6	3.4	3.4	4.8	2.5	2.2	3.9
Suiza	0.9	0.4	0.6	1.7	0.3	0.5	1.9
Turquía	3.5	5.1	13.5	-12.4	4.2	4.0	7.5
Reino Unido	2.0	2.7	3.2	3.5	1.7	1.8	1.2
Estados Unidos	1.8	3.3	0.7	1.0	0.2	1.8	2.1
Euroárea	1.1	2.3	1.1	2.6	1.7	0.9	1.6
Total OCDE	1.6	2.4	1.3	1.7	1.1	1.7	1.9

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	3.4	2.7	0.8	0.9	1.9	1.2	1.3	-0.2	0.4	1.0
	2.4	2.2	1.7	0.1	0.6	1.0	2.6	2.3	2.4	2.3
	0.2	2.0	1.9	-0.7	1.6	1.0	2.1	0.4	1.9	1.4
	1.6	2.9	2.7	0.6	0.5	-0.5	1.5	1.5	0.8	0.3
	0.8	4.9	3.8	2.0	1.3	5.0	4.1	4.4	4.4	3.9
	0.7	1.6	3.1	-0.1	0.5	1.7	2.1	2.3	1.3	0.9
	3.2	1.3	3.0	1.1	0.6	1.8	3.1	1.6	4.0	2.2
	1.7	1.0	1.3	0.0	0.5	1.0	2.0	0.7	1.2	1.3
	0.6	0.5	1.6	0.9	0.6	0.8	0.4	1.2	2.2	1.7
	-0.7	3.4	4.6	5.2	1.9	2.3	3.6	2.1	1.8	2.2
	3.1	0.7	3.7	3.8	4.3	2.8	5.6	4.3	3.2	2.4
	2.1	0.4	2.3	2.2	1.4	2.6	8.1	3.8	-2.4	-0.3
	0.0	4.2	4.3	2.8	4.2	2.2	1.2	0.9	1.7	1.9
	0.3	0.8	1.8	-0.4	-1.2	-1.4	0.6	-0.1	0.2	0.9
	-1.4	0.7	3.1	0.7	1.6	1.6	2.5	1.5	1.8	2.2
	-0.9	7.6	4.0	1.8	4.1	3.2	2.8	2.8	3.7	3.2
	1.9	3.3	2.6	-2.8	0.9	-0.4	1.3	1.0	2.4	1.0
	2.2	2.8	4.7	-0.3	-1.6	0.2	0.2	3.5	2.7	1.1
	-0.1	0.8	0.8	-0.7	-0.4	0.8	2.9	1.5	1.7	1.5
	0.4	2.7	1.8	0.1	1.7	1.0	1.1	-0.6	-0.6	0.2
	0.2	1.6	2.8	1.6	1.1	1.8	3.6	2.1	-0.3	0.7
	3.8	8.8	5.9	3.5	4.6	5.1	4.0	1.3	2.6	3.6
	2.2	2.5	1.6	0.2	0.1	-0.3	1.3	0.4	0.6	1.0
	4.1	3.1	2.6	2.6	4.7	2.3	5.8	4.6	5.8	6.4
	0.0	0.2	0.0	0.5	0.3	-0.1	-0.2	-0.3	0.5	0.6
	2.0	2.2	2.0	-0.7	1.8	2.2	4.3	2.5	2.9	2.1
	1.4	0.5	2.5	-0.6	-0.1	0.0	2.0	1.5	0.5	0.7
	0.4	-5.8	9.6	-7.3	8.8	6.8	5.8	6.2	4.8	4.4
	2.3	1.6	2.6	1.5	1.3	1.7	2.2	1.0	1.9	1.7
	1.9	2.4	1.9	0.9	2.8	2.5	2.8	1.6	1.5	1.0
	0.6	0.8	1.5	0.3	0.2	0.4	0.9	0.5	1.2	1.2
	1.1	1.8	2.4	0.6	1.7	1.7	2.1	1.4	1.6	1.4

FUENTE: OCDE Economic Outlook 81 database.

CUADRO 7. Productividad total de los factores (PTF). Tasa de crecimiento anual promedio

	1990	1986	1990	1988	1989	1990	1990	1992	1993
Australia	1.0	0.3	1.7	-0.9	0.4	-0.4	1.1	3.3	0.8
Austria	0.4	1.2	0.6	2.7	2.4	2.1	1.3	0.8	1.1
Bélgica	0.1	0.8	0.4	2.5	2.0	1.6	1.1	0.5	0.9
Canadá	0.4	-1.4	-0.1	0.2	-0.6	-1.1	-1.2	0.7	0.4
Dinamarca	0.1	0.6	-0.7	-1.1	0.9	1.3	1.1	-0.6	2.1
Finlandia	2.4	2.5	2.6	2.4	2.9	0.2	-2.6	0.3	2.7
Francia	2.4	1.7	0.8	2.5	2.2	0.7	0.3	1.4	-0.2
Alemania	..	..	..	..	..	..	..	1.5	0.3
Grecia	0.0	0.5	-1.5	2.7	1.8	-1.7	4.0	-2.1	-3.6
Irlanda	1.8	-1.6	4.3	4.9	4.7	4.5	2.9	4.2	2.0
Italia	1.9	1.3	2.0	1.3	1.5	-0.3	-0.6	0.9	1.1
Japón	3.8	1.1	2.2	4.4	3.3	3.7	1.4	-0.1	1.0
México	1.1	-2.0	1.3	-2.0	3.6	3.8	-0.9	-4.0	-2.5
Holanda	-0.3	-0.9	-1.7	2.2	2.4	0.7	1.7	0.8	1.2
Nueva Zelanda	..	..	..	..	..	-1.1	-0.1	-0.2	2.5
Portugal	..	..	..	..	..	..	..	..	..
España	..	..	..	..	..	..	-0.3	1.0	0.5
Suecia	0.0	1.3	1.1	-0.6	0.3	-0.8	-0.4	0.4	0.2
Reino Unido	0.3	2.9	2.0	-1.4	-0.5	-0.2	-0.4	2.0	2.2
Estados Unidos	1.6	1.2	0.4	1.5	0.8	0.7	0.3	2.0	0.6

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	1985-2003
	0.4	1.3	2.3	2.2	2.5	0.5	-0.6	2.7	1.1	..	1.0
	2.9	1.3	0.4	1.1	0.3	1.8	1.5	-1.3	0.5	1.0	1.2
	2.9	1.2	0.2	0.9	0.1	1.5	1.2	-1.3	0.6	1.2	1.0
	1.6	0.7	-0.5	2.7	0.7	1.5	2.3	0.1	1.5	0.3	0.4
	-0.1	2.5	0.3	0.1	-0.5	0.6	-0.2	-0.2	-0.2	0.5	0.3
	4.0	1.7	2.6	3.2	3.2	0.8	3.6	0.3	1.5	2.7	1.9
	1.5	2.1	0.0	1.7	2.2	1.3	2.9	0.4	2.0	..	1.4
	2.0	1.6	1.2	1.3	0.6	0.6	1.6	0.7	0.5	0.1	0.6
	1.0	0.9	0.9	3.6	-1.3	1.5	4.1	2.7	2.4	2.0	0.9
	2.6	4.6	4.1	6.8	3.7	4.9	4.3	2.7	4.1	2.1	3.6
	3.4	1.8	-0.3	0.8	-0.2	-0.2	0.5	-0.3	-1.8	-0.9	0.6
	0.2	1.3	1.4	0.7	-1.1	0.4	0.9	0.2	0.6	..	1.3
	-2.4	-7.5	3.1	4.7	0.3	-0.2	2.8	-2.4	-1.1	-0.4	-0.2
	2.2	1.6	-1.9	0.7	1.8	1.8	-0.3	-0.9	1.4	-1.8	0.6
	0.5	-0.6	-0.1	0.7	-0.1	2.3	1.0	0.5	1.3	..	0.3
	..	..	3.3	2.9	1.2	0.3	2.6	-0.9	-0.6	-0.4	0.4
	1.7	0.2	0.4	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1	0.6	0.6	..	0.2
	2.1	1.4	0.4	2.1	1.1	1.0	2.1	-0.2	2.6	2.3	0.9
	2.2	0.9	1.0	0.8	1.0	1.1	2.3	0.7	1.5	1.6	1.1
	1.5	0.5	2.0	1.1	1.6	1.8	0.8	0.8	1.8	2.2	1.2

FUENTE: OCDE Economic Outlook 81 database y Banco de México, México.

CUADRO 8. Productividad media del trabajo

Industria maquiladora de exportación, productividad media del trabajo por tipo de tecnología
En miles de pesos a precios constantes de 1993

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Alta tecnología	23	21	24	23	23	23	24
Media-alta tecnología	22	21	24	25	24	25	26
Media-baja tecnología	21	21	23	22	22	22	22
Baja tecnología	16	16	18	18	18	17	18
Total manufactura	21	19	22	22	22	22	23

Industria manufacturera, productividad media del trabajo por tipo de tecnología
(No incluye industria maquiladora)

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Alta tecnología	70	80	86	84	84	88	96
Media-alta tecnología	72	76	76	79	84	85	94
Media-baja tecnología	69	70	72	73	76	78	85
Baja tecnología	58	61	63	64	66	67	71
Total manufactura	64	67	69	70	73	74	80

CUADRO 9. México: Distribución del ingreso, deciles (1950-2004)

Deciles	1950	1958	1963	1968	1970	1975	1977	1983
I	2.43	2.32	1.69	1.21	1.42	0.69	1.08	1.33
II	3.17	3.21	1.97	2.21	2.34	1.28	2.21	2.67
III	3.18	4.06	3.42	3.04	3.49	2.68	3.23	3.84
IV	4.29	4.98	3.42	4.23	4.54	3.80	4.42	5.00
V	4.93	6.02	5.14	5.07	5.46	5.25	5.73	6.33
VI	5.96	7.49	6.08	6.46	8.24	6.89	7.15	7.86
VII	7.04	8.29	7.85	8.28	8.24	8.56	9.11	9.76
VIII	9.63	10.73	12.38	11.39	10.44	8.71	11.98	12.56
IX	13.89	17.20	16.45	16.06	16.61	17.12	17.09	17.02
Xa	45.48	35.70	41.60	42.05	39.21	45.02	37.99	33.63
GINI								

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	24	25	23	23	24	24	23	23	23	25
	26	26	25	25	25	25	24	24	24	24
	24	24	23	23	22	22	22	22	23	23
	18	18	17	17	16	17	16	17	17	17
	23	23	22	21	21	22	21	21	21	22

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
	105	113	125	130	133	140	136	146	144	152
	95	106	11	113	119	128	130	138	143	154
	89	97	100	102	104	107	106	114	120	129
	73	75	77	79	81	83	85	89	91	96
	83	88	92	94	97	102	103	108	111	118

FUENTE: Elaboración propia sobre la base de SCNM 1988-2002

	1984	1989	1992	1994	1996	1998	2000	2002	2004
	1.72	1.58	1.55	1.59	1.81	1.50	1.52	1.64	1.60
	3.11	2.81	2.73	2.76	3.03	2.66	2.64	2.91	2.9
	4.21	3.74	3.70	3.67	3.96	3.63	3.6	3.9	3.9
	5.32	4.73	4.70	4.63	4.91	4.68	4.59	4.92	4.9
	6.40	5.90	5.74	5.68	5.98	5.82	5.7	6.12	6
	7.86	7.29	7.11	7.06	7.35	7.21	7.08	7.43	7.3
	9.72	8.98	8.92	8.74	8.99	8.93	8.84	9.25	9.1
	12.16	11.42	11.37	11.34	11.51	11.49	11.24	11.86	11.6
	16.73	15.62	16.02	16.11	16.04	15.97	16.09	16.42	16.2
	32.77	37.93	38.16	38.42	36.42	38.11	38.7	35.56	36.5
	0.4292	0.4694	0.4749	0.477	0.4539	0.4761	0.4811	0.4541	0.46

FUENTE: Encuestas de Ingreso Gasto de los Hogares, varios años.

CUADRO 10. México: Producto Interno Bruto y empleo (1960-2006)

	PIB			Personal ocupado		
	Total	Manufactura	Maquila	Total	Manufactura	Maquila
1960/1969	6.64	7.94	ND	1.84	3.89	ND
1970/1979	6.43	6.44	13.94 [^]	3.69	3.46	13.64 [^]
1980/1989	2.33	2.63	13.10	2.77	1.52	14.86
1990/1999	3.38	4.09	11.72	2.41	2.28	10.59
2000	6.59	6.30	13.76	2.06	4.82	12.94
2001	-0.03	-3.27	-9.69	-0.57	-4.96	-6.86
2002	0.64	0.02	-10.37	-0.87	-6.71	-10.93
2003	1.57	-1.47	1.23	0.41	-2.92	-0.21
2004	4.36	4.09	-0.47	1.50	-0.71	4.68
2005*	2.83	1.40	12.89	3.80	0.62	4.57
2006*	4.90	4.70	12.20			3.08

[^] 1975-1979.

*Datos preliminares.

FUENTE: Sistema de Cuentas Nacionales de México y Banco de Información Económica, Sector Manufacturero e Industria Maquiladora de Exportación.

Anexo 2. Evaluaciones recientes realizadas a instituciones, programas o instrumentos de política relevantes

1. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)¹

La Universidad Nacional Autónoma de México es la de mayor tamaño y antigüedad en México y el resto de América Latina. Cuenta con unidades académicas diseminadas en 23 estados de la República, así como instalaciones en Estados Unidos y Canadá. La oferta académica de la UNAM va desde los estudios de bachillerato hasta la educación de posgrado. Durante los siete años posteriores a la huelga estudiantil de 1999-2000,² la UNAM ha transcurrido por un periodo de profunda renovación, incluyendo la reforma a algunos de sus estatutos legales, la expansión y modernización de su infraestructura física, así como en su equipamiento académico y de investigación, reestructuración y/o creación de nuevos programas y planes de estudio. Énfasis especial se ha dado a la recuperación de la imagen pública de la universidad y al prestigio de sus egresados entre la sociedad mexicana. Algunos de los principales indicadores de la UNAM hacia el año 2007 son los siguientes (Cuadro 1):

- La población estudiantil total en el nivel superior aumentó 2.9% promedio entre 2000 y 2007. Los nuevos ingresos crecieron en 3.6% en ese mismo periodo.
- La distribución de la población estudiantil en el nivel profesional por área de conocimiento muestra que la mayor proporción, 35.9%, se ubica en ciencias sociales —Derecho, 13.5%, Contabi-

1 Este documento se basa en información obtenida de UNAM (2007), y De la Fuente (2007)

2 La huelga paralizó actividades por un periodo de alrededor de ocho meses entre 1999-2000. El movimiento estudiantil tuvo su origen en un nuevo intento de las autoridades por incrementar los costos de matriculación en la UNAM. El reinicio de actividades se dio hacia mediados de febrero del año 2000.

CUADRO 1. UNAM: Principales indicadores en educación superior, 2006-2007^{1, 2}

<i>Programas de estudio</i>	220	<i>Investigación</i>	
• Licenciatura	150	• Proyectos	8.8
• Posgrado	40	• Ingeniería y tecnología (%)	12.5
• Especialización	30	• Productos	
Solicitudes a licenciatura	~80.0	• Publicaciones en revistas nacionales	1.9
Tasa de rechazo (licenciatura)	>70	• Publicaciones en revistas internacionales	3.5
Total nuevos ingresos ^{3, 4}	45.2	• Capítulos de libros	2.2
• Licenciatura	36.9	• Libros	1.2
• Posgrado	8.3	<i>Intercambio académico</i>	
Población estudiantil total ^{3, 5}	184.6	• Colaboración académica con IES nacionales ⁸	0.6
• Licenciatura (53.9%)	163.4	• Proyectos de cooperación internacional	0.2
• Posgrado (7.3%)	21.2	• Académicos de origen extranjero en la UNAM	0.3
<i>Estudiantes que completan estudios</i>		• Académicos de la UNAM en el exterior	0.2
• Licenciatura	13.2	• Estudiantes en programas de movilidad internacional	0.7
• Posgrado	2.6	• Estudiantes en programas de movilidad nacional	0.3
<i>Becas⁶</i>	16.7	<i>Presupuesto</i>	
<i>Personal académico</i>	42.3 ⁷	Ingresos (millones de pesos)	19,961.8
• Investigadores	2.3	• Generación propia	11.6
• Profesores de tiempo completo	5.4	• Subsidio gubernamental	86.4
• Técnicos académicos	4.0	<i>Gastos</i>	19,961.8
• Profesores tiempo parcial	26.3	• Docencia (% del gasto en educación superior)	47.6
• Adjuntos	4.0	• Investigación	25.4
• Otros	0.3	• Administración	5.4
% Profesores de tiempo completo	12.8	• Otros ⁹	21.6
Miembros del SNIv	3.2		
<i>Personal administrativo</i>	4.7		

1. A menos que se especifique lo contrario, las cifras se expresan en miles. 2. Totales pueden no coincidir debido al redondeo. 3. Incluye estudiantes en el sistema de universidad abierta. 4. Excluye nuevos estudiantes en bachillerato (33,700) y cerca de 365 estudiantes en otros programas de estudio. Si se incluyen estos rubros, el total de nuevos ingresos fue de 79,240. 5. Excluye estudiantes en bachillerato (106,298) y unos 1,993 estudiantes en otros programas de estudio. Así, el total es de 292,889 estudiantes. Adicionalmente y de acuerdo con la regulación de la propia universidad, 2,941 estudiantes solicitaron suspensión temporal de sus estudios. 6. Incluye 13 programas de becas diferentes para educación superior y para estudiantes mexicanos exclusivamente. Excluye becas para estudios de bachillerato y para la movilidad de estudiantes extranjeros en México. 7. Las cifras se refieren a las designaciones de académicos en los tres niveles de educación ofrecidos por la UNAM. El número difiere respecto al total de personas empleadas por la institución, 34,219. Para obtener mayor detalle respecto a las cifras, por favor refiérase a la fuente original. 8. Acciones o iniciativas. 9. Incluye docencia en nivel de bachillerato (13.3%) y en actividades de extensión (8.3%).

FUENTE: UNAM, (2007), De la Fuente (2007).

lidad, 6.1%, y Administración, 5.3%— y en ciencias de la salud —Medicina, 5.9% y Psicología, 5.3%—. Junto a estas disciplinas, diez carreras más concentran alrededor de 68.5% de la población estudiantil. El resto se distribuye entre otras 62 opciones profesionales.

- En 2005 la UNAM y un conjunto de otras universidades mexicanas conformaron el Espacio Común de Educación. Con ello se pretende apoyar la movilidad estudiantil en el país. Acciones similares existen también entre la UNAM y la Asociación de Macrouiversidades de América Latina para la movilidad de estudiantes en los niveles profesional y de posgrado entre los distintos países de la región.
- Entre 2000 y 2007, la designación de nuevas posiciones académicas creció 2.3% en promedio. Con ello, la planta académica total creció a un ritmo de 2.2%.
- La distribución de la planta académica por años de servicio se polariza entre dos grupos: 1) profesores con dos años o menos de servicio (16.6%); y 2) profesores con 30 años o más de servicio (12.5%). Por su parte, la estructura por edades muestra que la mayor proporción de la planta académica, 31.1%, se ubica en el grupo de 45-54 años.
- Por grado máximo de estudios, mientras que en el rubro de investigación la mayor parte del personal cuenta con doctorado, en el rubro de enseñanza la distribución es un poco más balanceada entre niveles de estudios (Cuadro 2).
- El número de programas de licenciatura con acreditación aumentó de sólo ocho en el año 2000, a 80 en 2006.
- El 20 de noviembre de 2007 el doctor José Narro Robles, anterior director de la Facultad de Medicina de la UNAM, tomó posesión del cargo como rector de la UNAM en sustitución del doctor Juan Ramón de la Fuente. El doctor Narro ocupará el cargo por un periodo inicial de cuatro años con posibilidad de renovación por otros cuatro.
- Por cuatro años consecutivos la UNAM ha sido ubicada entre las 200 mejores universidades del mundo, de acuerdo con el listado elaborado por *The Times Higher Education Supplement*.

Es, de hecho, la universidad con el mejor posicionamiento en todo el mundo de habla hispana. Sin embargo, en 2007 la UNAM descendió desde la posición 74 a la 192. Así, luego de ser la mejor clasificada en América Latina, es ahora tercera detrás de las universidades brasileñas de São Paulo y Campinas. De acuerdo con un comunicado oficial de la propia UNAM, dicho descenso se explica por los drásticos cambios realizados en la metodología para elaborar la clasificación. En particular, el mayor peso otorgado a la producción en investigación científica permitió a universidades de Asia mejorar su posicionamiento dentro del listado. Del mismo modo, la importancia otorgada a la presencia de estudiantes extranjeros benefició a universidades de Australia y Europa que han desarrollado ambiciosos programas de movilidad para estudiantes internacionales. Pese a la caída en el índice general, por rubros específicos la UNAM se ubica en los lugares 92 y 93 en ingenierías y ciencias de la salud, respectivamente.

CUADRO 2. UNAM: Grado académico del personal según adscripción

Adscripción	Licenciatura	Especialidad	Maestría	Doctorado
Facultades y escuelas	26.4	2.8	35.4	35.4
Institutos de investigación científica	1.0	--	5.3	93.7
Institutos de investigación en ciencias sociales	8.7	--	20.7	70.6

FUENTE: UNAM (2007).

2. Instituto Politécnico Nacional (IPN)³

El Instituto Politécnico Nacional fue creado a principios de la década de 1930. Es una de las instituciones de educación superior con presencia a nivel nacional, con 77 unidades académicas en 15 estados de la República. El IPN ofrece educación desde el nivel técnico post-secundario, hasta

3 Con base en IPN (2006).

posgrados. Algunos de los principales indicadores para el año 2006 son los siguientes (Cuadro 3):

- En el ciclo académico 2006-2007 se registró un incremento de 3.4% en la matrícula total en relación con el ciclo 2005-2006. Lo anterior incluye los tres niveles de educación ofrecidos por el instituto. Sin embargo, la matrícula en el nivel de posgrado se redujo en 16.3%.
- Auditorías externas y la acreditación de planes y programas de estudio incluyen 46 en el nivel profesional y 28 en el de posgrado. Estos programas representan 86.7% y 27.6% de la matrícula total en cada uno de los niveles, respectivamente. Cabe destacar además que el número de programas de posgrado con reconocimiento por parte del PNP del CONACYT⁴ se duplicó de 14 en 2005 a 28 en 2006.
- El personal de base del IPN creció de 87.0% en 2003 a 93.0% en 2006.
- Un total de 3,436 becas se otorgaron al personal académico para asistir a actividades de entrenamiento y desarrollo académico.
- En 2005, y con la intención de fortalecer la promoción de los derechos de propiedad intelectual, el IPN y el Instituto Mexicano para la Propiedad Industrial (IMPI) crearon un centro especializado en las instalaciones del IPN.
- Recientemente el instituto creó la Unidad Politécnica para el Desarrollo de la Competitividad Empresarial. La UPDCE tiene como objetivo fortalecer los vínculos entre el IPN y el sector privado mediante la provisión de asistencia técnica, empresarial, entre otros, a empresas ubicadas en México.
- Las actividades de investigación realizadas en el periodo 2003-2005 generaron más de 9,000 productos específicos, entre tesis, publicaciones, presentaciones en conferencias y congresos.

4 El Padrón Nacional de Posgrados (PNP) tiene como objetivo certificar la calidad de los programas de educación en el nivel de posgrado en México de acuerdo con estándares internacionales.

CUADRO 3. IPN: Indicadores básicos en educación superior, 2006^{1/2/}

Programas de estudio	232	Promoción de derechos de propiedad intelectual (2005)	
• Licenciatura	64	Registro de patentes ⁶	7
• Posgrado	114	Registro de marcas ⁶	22
Solicitudes de ingreso nivel profesional	58.9	Registro de derechos de propiedad ⁶	4
% tasa de rechazo (profesional)	61	PRIFE-PEI	
Total nuevos ingresos		• Unidades académicas	
• Profesional	22.8	• Empresas preincubadas ⁶	64
Población estudiantil total ³	87.7	• Empresas formalmente integradas ⁶	29
• Profesional	82.8	• Empleos creados	0.4
• Posgrado	4.9	• Centro para la incubación de empresas de base tecnológica	
Becas		*Empresas incubadas	0.1
• Profesional	15.1	*Empresas graduadas ⁶	30
• Posgrado	2.0	• Apoyo a la iniciativa empresarial	
Personal académico ⁴	15.4	• Proyectos	0.5
• Educación superior	8.6	• Estudiantes involucrados	1.6
• Centros de investigación	1.1	• Personal académico involucrado	0.2
• Sector central	1.6	Investigación	
% Profesores de tiempo completo ⁵	72.9	• Proyectos	1.3
% con estudios de posgrado ⁵	27	• Ingeniería y tecnología (%)	46.4
Miembros del SNInv	0.5	• Estudiantes y académicos involucrados	7.6
Vinculación y cooperación	383	Financiamiento (millones de pesos)	72.4
• Nacional	352	• Recursos propios	39.8
• Internacional	31	• Financiamiento externo	32.6
• <i>Inversión total (millones)</i>	344.9		

1. A menos que se especifique lo contrario, las cifras se expresan en miles. 2. Totales pueden no coincidir debido al redondeo. 3. Sólo estudiantes en los niveles profesional y de posgrado en el año académico 2006-2007. 50,000 alumnos se incorporaron al nivel vocacional. Con ello, la población total ascendió a 137,809 estudiantes. 4. Cifra al cierre de junio. Excluye estudiantes en el nivel medio superior. 5. Incluye personal académico en los tres niveles de educación impartidos por el instituto. 6/Programa Institucional en Apoyo a la Actividad Empresarial y la Promoción de Empresas Innovadoras.

FUENTE: IPN (2006).

3. Centro para la Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV)

El Centro para la Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional fue creado por decreto presidencial del 17 de abril de 1961. Años después, el 17 de septiembre de 1982, el decreto original fue modificado por el entonces presidente, José López Portillo. La modificación otorgó al CINVESTAV el estatus de organismo de interés público con personalidad legal y patrimonio propios. Los objetivos del CINVESTAV incluyen el fortalecimiento de la investigación científica, el desarrollo de líderes en los rubros de ciencia y tecnología, así como proponer soluciones a problemas de carácter regional y/o nacional con base en sus actividades científicas y tecnológicas. El centro realiza actividades de enseñanza e investigación mediante una estructura de unidades descentralizadas y distribuidas a lo largo del país: Guadalajara, Irapuato, Mérida, Monterrey, Querétaro, Saltillo, y dos en la ciudad de México (Sur y Zacatenco). El centro cuenta además con dos laboratorios nacionales: el Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad, con sede en Irapuato, Guanajuato; y el Laboratorio de Biología de la Reproducción, con sede en Tlaxcla, Tlaxcala.

El CINVESTAV realiza investigación en las siguientes áreas:

- Ciencias exactas y naturales: física, matemáticas, química.
- Ciencias biológicas y de la salud: biología celular, recursos del mar, biomedicina molecular, bioquímica, farmacobiología, fisiología, biofísica y neurociencias, genética y biología molecular, patología experimental, sección externa de toxicología.
- Tecnología y ciencias de la ingeniería: biotecnología y bioingeniería, biotecnología y bioquímica, computación, control automático, ingeniería eléctrica, bioelectrónica, comunicaciones, electrónica del estado sólido, mecatrónica, ingeniería eléctrica, ingeniería cerámica, ingeniería genética, ingeniería metalúrgica, materiales, energía y recursos minerales, robótica y manufactura avanzada.
- Ciencias sociales y humanidades: ecología humana, investigaciones educativas, matemática educativa, metodología y teoría de la ciencia, entre otros.

En 2007 el centro condujo 27 programas de educación de posgrado en el nivel de maestría y 26 en el de doctorado. De acuerdo con los cri-

terios establecidos por el CONACYT, 15 de esos programas cuentan con nivel competente en el ámbito internacional, 27 de son de alta calidad, seis eran parte del Programa Integral de Fortalecimiento del Posgrado (PIFOP) y cinco más estaban integrados al padrón de excelencia. De hecho, el CINVESTAV es la institución mexicana con mayor número de programas reconocidos como competentes en el nivel internacional por parte del CONACYT. En 2005 el CINVESTAV otorgó 491 grados académicos: 313 de maestría y 178 de doctorado. Desde su creación, el centro ha otorgado grados académicos a más de 358 estudiantes provenientes de 40 países.

4. Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)⁵

La Universidad Autónoma Metropolitana, fundada en 1974, es una de las mayores y más importantes universidades públicas en México. El año 2006 se caracterizó por los esfuerzos hacia la expansión de las instalaciones de la universidad en la Ciudad de México. Con la apertura de la Unidad Cuajimalpa, el número total de unidades académicas aumentó a cuatro. Asimismo, la UAM tuvo que enfrentar algunos retos financieros y asegurar fondos especiales para financiar sus actividades de promoción y desarrollo. Lo anterior requirió, entre otras acciones: una presencia creciente en los medios y la continuación de las reformas en los planes y programas de estudio con la intención de dotarlos de mayor flexibilidad. Algunos indicadores básicos para el año 2006 incluyen (Cuadro 4):

- El número de solicitantes de ingreso a la UAM aumentó de 45,000 a entre 55,000 y 60,000 por año. Entre ellos, la proporción de mujeres supera el 50%.
- Se registró una ligera tendencia a mejorar los niveles de eficiencia terminal dentro de los tiempos estipulados para ello. Lo anterior se explica, en parte, por la mayor flexibilidad en planes y programas al reducir la seriación de materias en algunos de ellos.

5 Con base en información de Lema (2006) y el Anuario Estadístico de la UAM (2006).

- Únicamente 11,748 estudiantes (25% del total) han obtenido el número de créditos requeridos durante el tiempo establecido. De ese total, 3,054 estudiante (25%) contaban con alguna beca.
- La auditoría externa y acreditación de los planes y programas de estudio está casi concluida. Falta acreditar sólo dos carreras profesionales.
- Un total de 4,727 estudiantes han obtenido un posgrado en la UAM, de los cuales 912 en el nivel de doctorado. Aquellos que obtuvieron su grado en 2006 representan 8.5% del total de posgrados y 13.8% de los doctorados.
- Un total de 1,233 miembros de la planta académica cuentan con reconocimiento por parte del Programa de Mejoramiento del Personal Académico (PROMEP), cifra equivalente a 37.3% del total del personal docente.
- Un total de 291 cuerpos académicos han sido registrados ante la SEP.

CUADRO 4. UAM: Indicadores básicos, 2006^{1,2}

Solicitudes de ingreso a licenciatura	56.5 ³	Eficiencia terminal en licenciatura (%)	~4.5
% de rechazo (licenciatura)	79	Personal académico	3.3
Total nuevos ingresos	9.9	Reconocidos por PROMEP	1.2
• Licenciatura	9.2	Miembros del SNInv	0.8
• Posgrado	0.7	Proporción de académicos con grado de doctorado (%)	36.5
Población estudiantil total ⁴	46.8	Personal administrativo	4.7
• Licenciatura	45.4	Actividades de vinculación	123
• Posgrado	2.3	*nacional	269
Rezago ⁵ (%)	75	*internacional	32

1. A menos que se especifique lo contrario, las cifras se expresan en miles. 2. Totales pueden no coincidir debido al redondeo. 3. Solicitantes que presentaron examen de admisión. 4. Estudiantes que registraron actividad académica en 2006. 5. Se refiere a estudiantes que no lograron obtener el número de créditos necesarios dentro del tiempo estipulado para ello.

FUENTE: UAM Anuario Estadístico, 2006.

- Las actividades de vinculación, particularmente con la industria petrolera, han sido muy importantes para enfrentar algunas de las restricciones financieras que enfrenta la institución.

Algunos de los retos principales incluyen:

- La necesaria renovación de la planta académica, principalmente a través de la incorporación de jóvenes académicos. Inercias institucionales constituyen el principal obstáculo para avanzar en dicho objetivo.
- Mejorar las perspectivas de desarrollo profesional del personal docente, incluyendo: contratación de nuevo personal, reevaluar los mecanismos para la permanencia y promoción, así como las opciones para el retiro.

5. Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

El Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) fue creado el 23 de agosto de 1985 mediante la fusión de tres institutos de investigación independientes. Cada uno de ellos había sido creado 25 años antes para realizar investigación en las áreas que comprende actualmente el INIFAP. El instituto opera bajo la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Sus objetivos incluyen: 1) contribuir al desarrollo rural sustentable mediante el mejoramiento de la competitividad y la preservación de la base de recursos naturales en México; 2) lograr lo anterior mediante acciones que permitan conjuntar esfuerzos y financiamiento de parte de organismos públicos o privados vinculados con el medio rural. Algunas de las actividades más importantes realizadas por el INIFAP durante el periodo 2004-2007 incluyen:

- Modificación de los estatutos legales del instituto, con lo que obtiene mayor autonomía técnica, financiera y de operación para desarrollar sus actividades. Ello implica además una mayor correspondencia entre dichas actividades y los objetivos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) a nivel federal. En este caso,

con el PND para el periodo 2006-2012. El nuevo marco legal establece también evaluaciones periódicas a las actividades del INIFAP con la intención de asegurar que éstas se corresponden con su Plan Estratégico de operación. Dichas evaluaciones deberán realizarse por organismos autónomos e independientes al instituto. El Programa Estratégico vigente cubre el periodo 2006-2011.

- La primera evaluación externa de las actividades del INIFAP tuvo lugar en 2003. En esa ocasión se documentó que si bien la investigación allí realizada es de calidad y pertinencia para el país en su conjunto, se requiere reforzar su relevancia e impacto en el nivel regional. La adopción de mecanismos de financiamiento de proyectos vía procesos de selección por competencia es un factor que ha contribuido positivamente en ese sentido. Las recomendaciones derivadas de la evaluación llevaron al INIFAP a desarrollar formalmente su primera Política para la Innovación Tecnológica. Adicionalmente, se inició la instrumentación, desde 2002, de los primeros lineamientos para la provisión de incentivos a los investigadores adscritos al instituto, con base en su productividad. Finalmente, se han desarrollado nuevos lineamientos para la conducción de las actividades de investigación y de operación dentro del instituto.
- Los esfuerzos tendientes a una mayor regionalización de las actividades son también evidentes. Cerca de un 12.0% del personal del instituto ha sido reubicado desde la unidad central hacia las unidades regionales. Más aun, la proporción de personal de mando medio y superior en dichas unidades creció de 51.0% en 2004 a un 63.0% en 2005. La consolidación regional de la infraestructura y las actividades de investigación llevó a una reducción en el número de campos experimentales, desde los 82 existentes en 2004 a los 36 campos y tres sitios de negocios actualmente en operación.
- Alinear las actividades de investigación con los objetivos del instituto ha sido posible mediante acciones que permiten colocar las demandas de los usuarios finales en cada una de las regiones al inicio de la cadena de innovación.⁶ Hacia el año 2007 se habían realizado 15 talleres de acuerdo con un proceso de evaluación en tres

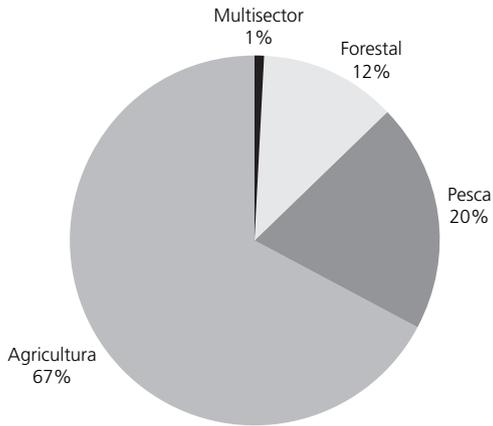
6 La Sección 2.6.7 sobre la operación de las Fundaciones Produce, incluida en este documento, ofrece una discusión más amplia sobre este tema.

etapas: 1) primeramente se analiza la disponibilidad de productos obtenidos por proyectos de investigación previos; 2) proyectos en proceso o futuros que se hayan traducido ya en propuestas específicas hacia el momento de la evaluación, en este caso, 2006; y 3) la conformación de redes regionales de innovación conforme a algunos de los planes rectores estratégicos en los que se especifiquen claramente los productos entregables. Se cuenta ya con un catálogo de 32 redes de este tipo.

- En 2005 se definieron los llamados «Proyectos Gran Visión», con los que se busca responder a algunas necesidades futuras para la sociedad en su conjunto. Dichos proyectos abordan temas tales como: agua, recursos genéticos, biotecnología, cambio climático y fuentes alternativas de energía. El financiamiento a dichos proyectos proviene de fondos del propio INIFAP.
- En cuanto a las acciones tendientes a promover los derechos de propiedad intelectual, algunas de las acciones más importantes incluyen el registro de la marca «INIFAP» como respaldo a la comercialización de los productos generados por el instituto.
- EL INIFAP firmó 96 convenios con organizaciones nacionales y 14 del extranjero, entre las que se incluyen universidades, empresas e instituciones gubernamentales relacionadas con actividades de CTI en el sector agropecuario.

El más reciente reporte de actividades del INIFAP destaca algunos de los retos más importantes que enfrenta el instituto. Sólo por mencionar alguno, se requiere renovar la planta de investigadores. La tasa anual de reposición desde 1980 ha sido inferior al 1.0%. Más aun, mientras que la edad promedio de los investigadores supera los 50 años, el periodo promedio de servicio alcanza los 25 años. En aproximadamente diez años una proporción significativa del personal estará en situación de retiro, ya sea por motivos de edad o por número de años de servicio. Acciones tendientes a generar nuevas plazas dentro del instituto no han prosperado.

GRÁFICA 1. «Tecnologías»* generadas por el INIFAP entre 2004 y 2006, por principal sector de aplicación



NOTA: Total de tecnologías generadas: 417. *El término tecnologías en la fuente original se refiere a las nuevas variedades de plantas, frutas, vegetales, procesos agrícolas, etc., con potencial para incidir sobre las actividades de las cadenas de producción rural.

FUENTE: INIFAP (2006).

Anexo 3. Tablas del Capítulo 8, Sección 8.1

CUADRO 1. Valor agregado bruto y exportaciones (2004, precios corrientes)		
Perfil productivo	% Valor agregado bruto	% Exportaciones manufactureras
<i>Sector 1</i>	4.91	12.57
Textiles	0.47	2.51
Prendas de vestir y piel	0.49	0.41
Equipo electrónico (radio, tv y comunicaciones), y equipo de cómputo	1.46	9.44
Vehículos de motor	2.48	0.20
<i>Sector 2</i>	3.59	8.02
Químicos y productos químicos (excepto farmacéuticos)	0.62	2.92
Minerales no metálicos	1.17	2.13
Metales básicos	1.12	2.84
Productos fabricados de metal (excepto maquinaria y equipo)	0.67	0.13
<i>Sector 3</i>	3.84	NA
Agricultura	3.84	NA
<i>Sector 4</i>	2.33	4.86
Minería	1.45	0.00
Carbón, productos derivados del petróleo y energía nuclear	0.33	4.85
Caucho y productos de plástico	0.55	0.01
<i>Sector 5</i>	6.14	7.75
Productos alimenticios y bebidas	5.28	5.22
Productos de cuero e industria del calzado	0.17	0.41
Farmacéuticos	0.71	2.12
<i>Sector 6</i>	17.39	NA
Hoteles y restaurantes	4.40	NA
Intermediación financiera	12.99	NA
Total de manufacturas		100.00
Toda la economía	100.00	
NA= No Aplica.		
FUENTE: Elaborado con datos del tomo 1 del sistema de Cuentas Nacionales y Bancomext.		

CUADRO 2. Empresas innovadoras (introdujeron nuevos productos o servicios)			
Perfil productivo	Sí	No	Total
<i>Sector 1</i>	22.10	77.90	100.00
Textiles	22.96	77.04	100.00
Prendas de vestir y piel	23.22	76.78	100.00
Maquinaria de oficina, contabilidad y computación	19.41	80.59	100.00
Equipo electrónico (radio, tv y comunicaciones)	11.76	88.24	100.00
Vehículos de motor	23.21	76.79	100.00
<i>Sector 2</i>	38.97	61.03	100.00
Químicos y productos químicos (excepto farmacéuticos)	47.47	52.85	100.00
Minerales no metálicos	30.97	68.75	100.00
Metales básicos	21.67	78.33	100.00
Productos fabricados de metal (excepto maquinaria y equipo)	41.73	58.27	100.00
<i>Sector 3</i>	42.86	57.14	100.00
Agricultura	42.86	57.14	100.00
<i>Sector 4</i>	38.10	61.90	100.00
Minería	15.64	84.36	100.00
Carbón, productos derivados del petróleo y energía nuclear	25.24	74.76	100.00
Caucho y productos de plástico	42.30	57.70	100.00
<i>Sector 5</i>	49.32	50.77	100.00
Productos alimenticios y bebidas	51.82	48.18	100.00
Productos de cuero e industria del calzado	31.25	68.75	100.00
Farmacéuticos	56.35	43.96	100.00
<i>Sector 6</i>	4.13	95.87	100.00
Hoteles y restaurantes	0.72	99.28	100.00
Intermediación financiera	19.41	80.59	100.00
Promedio nacional	29.84	70.18	100.00

FUENTE: CONACYT, Encuesta de Innovación incluida en ESIDET (2006).

CUADRO 3. Gasto en innovación, 2006 (%)

Perfil productivo	1. Adquisición de maquinaria y equipo relacionada con la innovación tecnológica	2. Adquisición de otra tecnología externa ligada a la innovación tecnológica	3. Capacitación ligada a actividades de innovación	4. Lanzamiento al mercado de innovaciones tecnológicas
<i>Sector 1</i>	52.27	0.33	5.15	0.37
Textiles	38.76	1.31	18.47	0.69
Prendas de vestir y piel	33.59	0.37	26.66	0.18
Maquinaria de oficina, contabilidad y computación	10.86	0.00	6.91	-
Equipo electrónico (radio, tv y comunicaciones)	6.65	4.95	1.39	9.46
Vehículos de motor	63.11	-	0.24	0.02
<i>Sector 2</i>	54.23	0.29	2.48	1.14
Químicos y productos químicos (excepto farmacéuticos)	58.86	0.80	0.53	1.99
Minerales no metálicos	23.42	-	8.29	0.50
Metales básicos	69.36	0.03	0.38	1.19
Productos fabricados de metal (excepto maquinaria y equipo)	57.46	0.05	2.52	0.72
<i>Sector 3</i>	6.88	6.46	2.58	10.99
Agricultura	6.88	6.46	2.58	10.99
<i>Sector 4</i>	32.75	1.60	0.72	1.13
Minería	3.18	-	-	-
Carbón, productos derivados del petróleo y energía nuclear	3.74	-	1.22	1.44
Caucho y productos de plástico	38.33	1.91	0.67	1.12

	5. Investigación y desarrollo tecnológico	6. Diseño industrial o actividades de arranque de producción tecnológicamente nuevos o mejorados	7. Adquisición de software u otra tecnología externa ligada a la innovación tecnológica	8. Preparación para la introducción de servicios o métodos de entrega nuevos o mejorados	Total
	33.99	6.48	0.19	1.21	100.00
	20.15	14.31	0.54	5.77	100.00
	0.24	38.90	0.06	-	100.00
	73.91	1.13	0.70	6.48	100.00
	53.65	23.67	0.11	0.11	100.00
	35.27	1.26	0.10	0.00	100.00
	39.34	1.50	0.53	0.50	100.00
	35.25	0.82	0.79	0.95	100.00
	66.89	0.67	0.23	-	100.00
	25.90	0.52	1.53	1.11	100.00
	36.40	2.25	0.33	0.26	100.00
	65.01	4.85	1.29	1.94	100.00
	65.01	4.85	1.29	1.94	100.00
	45.77	9.49	8.25	0.29	100.00
	19.18	17.58	60.06	-	100.00
	14.60	31.26	47.68	0.05	100.00
	51.58	5.82	0.24	0.33	100.00

continúa en la página siguiente

Perfil productivo	1. Adquisición de maquinaria y equipo relacionada con la innovación tecnológica	2. Adquisición de otra tecnología externa ligada a la innovación tecnológica	3. Capacitación ligada a actividades de innovación	4. Lanzamiento al mercado de innovaciones tecnológicas
<i>Sector 5</i>	30.80	1.53	1.92	1.60
Productos alimenticios y bebidas	28.92	1.57	1.34	1.54
Productos de cuero e industria del calzado	35.37	3.08	4.01	5.05
Farmacéuticos	37.15	1.38	2.52	1.39
<i>Sector 6</i>	17.73	1.90	1.02	4.68
Hoteles y restaurantes	50.92	-	0.88	-
Intermediación financiera	15.54	2.03	1.03	4.99
Promedio nacional	39.74	0.90	2.83	1.45

	5. Investigación y desarrollo tecnológico	6. Diseño industrial o actividades de arranque de producción tecnológicamente nuevos o mejorados	7. Adquisición de software u otra tecnología externa ligada a la innovación tecnológica	8. Preparación para la introducción de servicios o métodos de entrega nuevos o mejorados	Total
	58.64	2.75	2.12	0.63	100.00
	63.61	1.06	1.67	0.29	100.00
	45.10	4.31	2.06	1.01	100.00
	48.86	6.49	1.69	0.53	100.00
	9.90	0.16	59.88	4.72	100.00
	-	-	48.20	-	100.00
	10.55	0.17	60.65	5.04	100.00
	42.46	3.56	8.04	1.01	100.00

FUENTE: CONACYT, Encuesta de Innovación incluida en ESIDET (2006).

CUADRO 4. Colaboración para la innovación, 2006 (%)

Perfil productivo	Con quién colabora					
	Su empresa		Su empresa en colaboración con institutos de investigación públicos o privados no lucrativos		Su empresa en colaboración con universidades u otros institutos de educación superior	
	Productos o servicios	Procesos o métodos	Productos o servicios	Procesos o métodos	Productos o servicios	Procesos o métodos
<i>Sector 1</i>	85.27	90.73	10.08	1.12	1.36	0.28
Textiles	88.41	60.78	7.97	1.96	-	-
Prendas de vestir y piel	85.92	100.00	14.08	-	-	-
Maquinaria de oficina, contabilidad y computación	95.65	91.18	2.17	-	-	2.94
Equipo electrónico (radio, tv y comunicaciones)	43.75	80.00	6.25	-	25.00	-
Vehículos de motor	74.36	68.97	-	10.34	7.69	-
<i>Sector 2</i>	81.88	78.24	11.33	4.58	1.94	4.96
Químicos y productos químicos (excepto farmacéuticos)	82.00	68.18	13.33	10.61	1.33	18.18
Minerales no metálicos	77.98	74.19	21.10	1.61	-	-
Metales básicos	57.69	62.50	15.38	25.00	3.85	-
Productos fabricados de metal (excepto maquinaria y equipo)	84.98	88.14	6.91	-	2.70	0.85
<i>Sector 3</i>	100.00	100.00	-	-	-	-
Agricultura	100.00	100.00	-	-	-	-
<i>Sector 4</i>	80.41	80.81	3.21	1.11	4.22	9.23
Minería	100.00	88.89	-	-	-	-
Carbón, productos derivados del petróleo y energía nuclear	69.23	33.33	7.69	16.67	-	8.33
Caucho y productos de plástico	79.93	82.80	3.16	0.40	4.65	9.60

	Con quién colabora								Total	
	Su empresa en colaboración con otras empresas		Institutos de investigación públicos o privados no lucrativos		IES		Otras			
	Productos o servicios	Procesos o métodos	Productos o servicios	Procesos o métodos	Productos o servicios	Procesos o métodos	Productos o servicios	Procesos o métodos	Productos o servicios	Procesos o métodos
	3.10	7.58	-	-	-	-	0.19	-	100.00	100.00
	3.62	37.25	-	-	-	-	-	-	100.00	100.00
	0.36	-	-	-	-	-	-	-	100.00	100.00
	2.17	5.88	-	-	-	-	-	-	100.00	100.00
	25.00	20.00	-	-	-	-	-	-	100.00	100.00
	12.82	17.24	-	-	-	-	2.56	-	100.00	100.00
	4.69	12.98	0.16	-	-	-	0.32	-	100.00	100.00
	2.67	4.55	-	-	-	-	-	-	100.00	100.00
	0.92	24.19	-	-	-	-	0.92	-	100.00	100.00
	26.92	18.75	-	-	-	-	-	-	100.00	100.00
	5.11	11.02	0.30	-	-	-	0.30	-	100.00	100.00
	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00	100.00
	-	-	-	-	-	-	-	-	100.00	100.00
	11.82	8.12	-	-	-	-	0.17	0.74	100.00	100.00
	-	11.11	-	-	-	-	-	-	100.00	100.00
	23.08	33.33	-	-	-	-	-	8.33	100.00	100.00
	11.90	6.80	-	-	-	-	0.19	0.40	100.00	100.00

continúa en la página siguiente

Perfil productivo	Con quién colabora					
	Su empresa		Su empresa en colaboración con institutos públicos o privados no lucrativos		Su empresa en colaboración con universidades u otros institutos de educación superior	
	Productos o servicios	Procesos o métodos	Productos o servicios	Procesos o métodos	Productos o servicios	Procesos o métodos
Sector 5	81.88	81.26	2.58	4.64	1.56	1.00
Productos alimenticios y bebidas	87.00	90.16	0.60	1.09	0.15	1.09
Productos de cuero e industria del calzado	64.00	42.39	8.00	19.57	-	-
Farmacéuticos	75.82	92.00	5.49	5.33	8.24	-
Sector 6	78.57	66.07	2.38	3.57	1.19	1.79
Hoteles y restaurantes	91.67	91.67	-	-	-	-
Intermediación financiera	76.39	59.09	2.78	4.55	1.39	2.27
Total nacional	83.71	83.06	4.93	2.70	1.80	2.60

	Con quién colabora								Total	
	Su empresa en colaboración con otras empresas		Institutos de investigación públicos o privados no lucrativos		IES		Otras			
	Productos o servicios	Procesos o métodos	Productos o servicios	Procesos o métodos	Productos o servicios	Procesos o métodos	Productos o servicios	Procesos o métodos	Productos o servicios	Procesos o métodos
	10.76	8.96	2.48	4.15	0.09	0.33	0.64	-	100.00	100.00
	11.51	7.38	0.30	-	-	0.27	0.45	-	100.00	100.00
	8.00	11.96	20.00	27.17	-	-	-	-	100.00	100.00
	9.89	2.67	-	-	0.55	1.33	-	-	100.00	100.00
	16.67	26.79	-	-	-	-	1.19	1.79	100.00	100.00
	8.33	8.33	-	-	-	-	-	-	100.00	100.00
	18.06	31.82	-	-	-	-	1.39	2.27	100.00	100.00
	8.17	9.00	0.75	1.35	0.03	0.60	0.62	0.70	100.00	100.00

FUENTE: CONACYT, Encuesta de Innovación incluida en ESIDET (2006).

CUADRO 5. Innovaciones más importantes, 2006 (%)				
Perfil productivo	1. Utilización de nuevos materiales	2. Utilización de materiales intermedios	3. Nuevas partes funcionales	4. Funciones fundamentalmente nuevas
<i>Sector 1</i>	24.14	-	10.28	0.93
Textiles	19.01	-	2.11	0.70
Prendas de vestir y piel	30.13	-	9.87	-
Maquinaria de oficina, contabilidad y computación	18.75	-	22.92	6.25
Equipo electrónico (radio, tv y comunicaciones)	-	-	25.00	6.25
Vehículos de motor	-	-	21.95	2.44
<i>Sector 2</i>	41.98	9.26	0.62	1.85
Químicos y productos químicos (excepto farmacéuticos)	41.98	9.26	0.62	1.85
Minerales no metálicos	66.97	0.92	-	3.67
Metales básicos	7.14	-	10.71	-
Productos fabricados de metal (excepto maquinaria y equipo)	23.81	15.77	14.29	4.76
<i>Sector 3</i>	33.33	-	-	-
Agricultura	33.33	-	-	-
<i>Sector 4</i>	29.73	15.28	16.61	0.33
Minería	15.15	-	36.36	-
Carbón, productos derivados del petróleo y energía nuclear	33.33	18.52	3.70	7.41
Caucho y productos de plástico	30.44	16.05	16.05	-
<i>Sector 5</i>	37.72	0.42	1.18	1.43
Productos alimenticios y bebidas	46.04	0.26	0.40	-
Productos de cuero e industria del calzado	37.60	1.60	0.80	1.60
Farmacéuticos	26.70	0.52	2.62	4.71
<i>Sector 6</i>	13.64	-	-	2.27
Hoteles y restaurantes	91.67	-	-	-
Intermediación financiera	1.32	-	-	2.63
Total nacional	26.30	4.82	6.75	2.89

	5. Nuevas técnicas de producción	6. Innovaciones organizacionales a raíz de la introducción de	7. Nuevo software profesional	8. Nuevos métodos de generación de servicios	11. Utilización de tecnología radicalmente nueva	19. Otros	Total
	13.55	0.31	1.87	0.93	9.19	38.47	100.00
	40.85	0.70	0.70	0.70	32.39	2.11	100.00
	0.25	-	0.25	-	-	59.49	100.00
	25.00	-	20.83	-	4.17	-	100.00
	6.25	6.25	-	31.25	18.75	6.25	100.00
	36.59	-	-	-	19.51	19.51	100.00
	20.37	2.47	-	0.62	10.49	12.35	100.00
	20.37	2.47	-	0.62	10.49	12.35	100.00
	11.93	8.26	-	-	0.92	8.26	100.00
	50.00	-	10.71	-	10.71	10.71	100.00
	24.11	0.60	-	-	16.67	0.30	100.00
	66.67	-	-	-	-	-	100.00
	66.67	-	-	-	-	-	100.00
	17.44	11.30	2.49	0.33	2.16	4.49	100.00
	15.15	-	-	-	36.36	-	100.00
	18.52	-	3.70	3.70	-	11.11	100.00
	17.53	12.55	2.58	0.18	0.18	4.43	100.00
	23.71	4.56	8.95	0.59	11.22	10.38	100.00
	24.14	4.88	4.75	0.26	8.71	10.69	100.00
	49.60	0.80	-	-	-	8.00	100.00
	18.32	5.76	0.52	-	28.80	12.57	100.00
	2.27	11.36	20.45	31.82	6.82	11.36	100.00
	-	-	8.33	-	-	-	100.00
	2.63	13.16	22.37	36.84	7.89	13.16	100.00
	16.93	4.98	5.10	2.12	16.05	14.07	100.00

CUADRO 6. Novedad de las innovaciones, 2006 (%)

Perfil productivo	Alcance de la novedad			
	Sólo a nivel de la empresa, pero no para el mercado de la misma	A nivel nacional, pero no mundial	A nivel mundial	Total
<i>Sector 1</i>	24.17	60.24	15.59	100.00
Textiles	30.52	57.67	11.80	100.00
Prendas de vestir y piel	27.37	72.63	-	100.00
Maquinaria de oficina, contabilidad y computación	18.85	70.68	10.47	100.00
Equipo electrónico (radio, tv y comunicaciones)	8.92	2.97	88.11	100.00
Vehículos de motor	10.64	48.51	40.85	100.00
<i>Sector 2</i>	16.61	56.01	27.38	100.00
Químicos y productos químicos (excepto farmacéuticos)	26.14	59.43	14.43	100.00
Minerales no metálicos	11.30	50.20	38.50	100.00
Metales básicos	40.31	53.93	5.76	100.00
Productos fabricados de metal (excepto maquinaria y equipo)	11.60	61.01	27.39	100.00
<i>Sector 3</i>	100.00	-	-	100.00
Agricultura	100.00	-	-	100.00
<i>Sector 4</i>	1.81	59.22	38.98	100.00
Minería	82.76	-	17.24	100.00
Carbón, productos derivados del petróleo y energía nuclear	32.58	67.42	-	100.00
Caucho y productos de plástico	1.12	59.35	39.53	100.00
<i>Sector 5</i>	15.20	78.14	6.66	100.00
Productos alimenticios y bebidas	10.11	80.87	9.02	100.00
Productos de cuero e industria del calzado	46.80	40.41	12.79	100.00
Farmacéuticos	21.36	77.59	1.05	100.00
<i>Sector 6</i>	11.66	86.37	1.96	100.00
Hoteles y restaurantes	0.57	99.43	-	100.00
Intermediación financiera	28.99	65.98	5.03	100.00
Promedio nacional	15.80	58.22	25.98	100.00

FUENTE: CONACYT, Encuesta de Innovación incluida en ESIDET (2006).

CUADRO 7. Porcentaje de nuevos productos en las ventas, 2006 (%)

Perfil productivo	Tipo de productos			
	Tecnológicamente nuevos	Tecnológicamente mejorados	Sin cambios	Total
<i>Sector 1</i>	39.13	28.00	32.87	100.00
Textiles	30.78	42.94	26.28	100.00
Prendas de vestir y piel	47.17	24.35	28.48	100.00
Maquinaria de oficina, contabilidad y computación	28.03	24.67	47.31	100.00
Equipo electrónico (radio, tv y comunicaciones)	43.12	17.80	39.08	100.00
Vehículos de motor	46.54	30.26	23.20	100.00
<i>Sector 2</i>	16.37	34.79	48.84	100.00
Químicos y productos químicos (excepto farmacéuticos)	10.23	22.92	66.85	100.00
Minerales no metálicos	9.40	39.90	50.71	100.00
Metales básicos	16.65	50.50	32.85	100.00
Productos fabricados de metal (excepto maquinaria y equipo)	29.21	25.85	44.94	100.00
<i>Sector 3</i>	50.88	48.24	0.88	100.00
Agricultura	50.88	48.24	0.88	100.00
<i>Sector 4</i>	11.62	39.58	48.81	100.00
Minería	10.80	0.28	88.92	100.00
Carbón, productos derivados del petróleo y energía nuclear	0.06	98.83	1.11	100.00
Caucho y productos de plástico	23.99	19.62	56.39	100.00
<i>Sector 5</i>	24.40	35.41	40.20	100.00
Productos alimenticios y bebidas	23.40	27.53	49.07	100.00
Productos de cuero e industria del calzado	24.76	39.48	35.76	100.00
Farmacéuticos	24.20	28.81	46.99	100.00
<i>Sector 6</i>	23.06	52.69	24.26	100.00
Hoteles y restaurantes	0.00	84.09	15.91	100.00
Intermediación financiera	46.11	21.28	32.61	100.00
Promedio nacional	31.76	36.44	31.81	100.00

FUENTE: CONACYT, Encuesta de Innovación incluida en ESIDET (2006).

CUADRO 8. Factores de riesgo alto y medio para la innovación (% de empresas que lo consideran)

Perfil productivo	Riesgo económico excesivo	Costos de innovación elevados	Falta de fuentes de financiamiento	Rigidez de la organización de la empresa
<i>Sector 1</i>	50.77	36.67	49.37	18.69
Textiles	35.92	51.41	34.5	39.44
Prendas de vestir y piel	60	30.13	59.74	-
Maquinaria de oficina, contabilidad y computación	-	18.75	37.5	25
Equipo electrónico (radio, tv y comunicaciones)	56.25	66.66	-	43.75
Vehículos de motor	58.53	58.54	17.08	9.76
<i>Sector 2</i>	50.07	48.04	40.16	18.43
Químicos y productos químicos (excepto farmacéuticos)	41.97	54.33	45.68	33.34
Minerales no metálicos	10.09	14.67	18.35	9.18
Metales básicos	42.86	50	35.71	-
Productos fabricados de metal (excepto maquinaria y equipo)	67.56	55.66	44.94	14.29
<i>Sector 3</i>	100	66.66	-	-
Agricultura	100	66.66	-	-
<i>Sector 4</i>	41.53	37.87	48.34	8.97
Minería	-	-	-	-
Carbón, productos derivados del petróleo y energía nuclear	22.22	51.85	25.93	25.92
Caucho y productos de plástico	42.8	37.27	50.19	7.75
<i>Sector 5</i>	36.12	42.79	33.25	24.98
Productos alimenticios y bebidas	29.82	39.71	31.4	22.56
Productos de cuero e industria del calzado	67.2	55.2	41.6	-
Farmacéuticos	25.65	36.13	15.19	28.8
<i>Sector 6</i>	15.91	21.59	17.05	11.37
Hoteles y restaurantes	-	-	-	-
Intermediación financiera	18.42	25	19.74	13.16
Promedio nacional	41.46	41.64	36.53	18

	Falta de personal calificado	Falta de información sobre tecnología	Falta de información sobre mercados	Obstáculos derivados de la legislación vigente	Baja respuesta del consumidor a nuevos productos y servicios	Falta de apoyos públicos
	52.49	22.11	39.41	45.02	45.02	46.58
	52.82	59.85	50.7	19.01	16.2	23.94
	-	-	-	-	59.75	-
	12.5	6.25	-	10.42	25	16.66
	62.5	56.25	31.25	56.25	68.75	68.75
	21.95	14.64	-	31.71	17.07	26.83
	14.49	12.91	22.05	21.26	19.21	27.13
	28.4	41.35	37.04	32.1	44.45	37.66
	-	4.58	4.59	10.09	11	16.52
	-	17.86	-	21.42	28.57	33.33
	11.31	1.49	21.13	19.64	8.93	25
	-	-	-	66.66	-	-
	-	-	-	66.66	-	-
	9.96	10.8	22.75	16.94	21.43	13.78
	-	-	-	-	-	51.51
	33.34	37.04	25.93	29.62	37.04	25.93
	8.49	10.14	23.99	17.16	21.96	10.88
	15.36	24.47	33.42	37.89	22.27	27.87
	13.86	21.38	33.12	26.39	16.1	22.29
	19.2	-	-	47.2	-	40.8
	13.09	31.93	33.51	69.63	21.99	21.47
	9.09	6.82	7.96	11.36	17.04	13.63
	-	-	-	-	-	-
	10.53	7.9	9.21	13.16	19.74	15.79
	20.58	16.29	28.17	27.37	23.94	26.67

FUENTE: CONACYT, Encuesta de Innovación incluida en ESIDET (2006).

CUADRO 9. Patentes solicitadas y otorgadas en el país en el extranjero (%)

Perfil productivo	Patentes solicitadas		Total	Patentes otorgadas		Total
	En el país	En el extranjero		En el país	En el extranjero	
<i>Sector 1</i>	86.96	13.04	100.00	88.22	11.78	100.00
Textiles	84.85	15.15	100.00	40.32	59.68	100.00
Prendas de vestir y piel	100.00	-	100.00	100.00	-	100.00
Maquinaria de oficina, contabilidad y computación	90.91	9.09	100.00	94.44	5.56	100.00
Equipo electrónico (radio, tv y comunicaciones)	44.44	55.56	100.00	-	100.00	100.00
Vehículos de motor	-	100.00	100.00	-	100.00	100.00
<i>Sector 2</i>	73.37	26.63	100.00	79.76	20.24	100.00
Químicos y productos químicos (excepto farmacéuticos)	65.44	34.56	100.00	69.77	30.23	100.00
Minerales no metálicos	96.47	3.53	100.00	100.00	-	100.00
Metales básicos	64.71	35.29	100.00	100.00	-	100.00
Productos fabricados de metal (excepto maquinaria y equipo)	70.47	29.53	100.00	79.00	21.00	100.00
<i>Sector 3</i>	-	-	-	-	-	-
Agricultura	-	-	-	-	-	-
<i>Sector 4</i>	66.84	32.91	100.00	66.34	33.66	100.00
Minería	-	-	-	-	-	-
Carbón, productos derivados del petróleo y energía nuclear	52.63	47.37	100.00	63.64	36.36	100.00
Caucho y productos de plástico	67.55	32.18	100.00	66.44	33.56	100.00
<i>Sector 5</i>	66.56	34.11	100.00	40.63	59.38	100.00
Productos alimenticios y bebidas	69.40	31.34	100.00	29.00	71.00	100.00
Productos de cuero e industria del calzado	95.65	4.35	100.00	95.45	4.55	100.00
Farmacéuticos	53.78	47.06	100.00	66.67	33.33	100.00
Computadoras y actividades relacionadas	84.62	15.38	100.00	89.66	10.34	100.00
<i>Sector 6</i>	17.86	82.14	100.00	22.99	77.01	100.00
Hoteles y restaurantes	-	-	-	-	-	-
Intermediación financiera	17.86	82.14	100.00	22.99	77.01	100.00
Porcentaje explicado por sectores	71.25	76.15	72.64	81.68	79.93	81.07
Promedio nacional	70.61	29.39	100.00	65.02	34.98	100.00

FUENTE: CONACYT, Encuesta de Innovación incluida en ESIDET (2006).

Este libro se terminó de imprimir y encuadernar
en el mes de febrero de 2010 en los talleres
de PRESSUR CORPORATION SA
C. Suiza, ROU.