

DILEMAS DE LA INNOVACIÓN EN MÉXICO

DINÁMICAS SECTORIALES,
TERRITORIALES E INSTITUCIONALES

DILEMAS DE LA INNOVACIÓN EN MÉXICO

DINÁMICAS SECTORIALES,
TERRITORIALES E INSTITUCIONALES

JORGE CARRILLO
ALFREDO HUALDE
DANIEL VILLAVICENCIO

(coordinadores)



CON APOYO DEL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Dilemas de la innovación en México : dinámicas sectoriales, territoriales e institucionales / Jorge Carrillo, Alfredo Hualde y Daniel Villavicencio, coordinadores. – 1ª ed. – Tijuana : El Colegio de la Frontera Norte ; México, D. F. : Red Temática Complejidad, Ciencia y Sociedad de Conacyt, 2012. 428 pp. ; 21.5 cm.

ISBN: 978-607-479-074-0

1. Industrias – Innovaciones tecnológicas – México. 2. Innovaciones tecnológicas – Aspectos económicos – México. I. Carrillo, Jorge. II. Hualde, Alfredo. III. Villavicencio, Daniel. IV. Colegio de la Frontera Norte (Tijuana, Baja California). V. Complejidad, Ciencia y Sociedad (México, D. F.).

HC 140 .T4 D5 2012

1ª edición, 2012

D. R. © 2012, El Colegio de la Frontera Norte A. C.
Carretera escénica Tijuana-Ensenada km 18.5
San Antonio del Mar, 22560
Tijuana, Baja California, México
www.colef.mx

D. R. © 2012, Red Temática Complejidad, Ciencia y Sociedad de Conacyt

ISBN: 978-607-479-074-0

Coordinación editorial: Érika Moreno Páez
Formación, corrección de estilo y composición de portada: Juan de Dios Barajas
Cárdenas, Gustavo Torres Ramírez y Carlos Torres Ramírez
Última lectura: Juan Antonio Di Bella
Diseño de portada: Andrea Carrillo

“Plan estratégico y transversal de ciencia y tecnología para el desarrollo de la frontera norte”, proyecto Conacyt

Impreso en México / *Printed in Mexico*

ÍNDICE

<i>Capítulo 1. Empresas y su entorno. El debate de la innovación</i> (Jorge Carrillo, Alfredo Hualde y Daniel Villavicencio)	9
<i>Capítulo 2. Incentivos a la innovación en México: entre políticas</i> <i>y dinámicas sectoriales</i> (Daniel Villavicencio).....	27
<i>Capítulo 3. Multinacionales en México y su participación</i> <i>en la cadena global de valor</i> (Jorge Carrillo, Redi Gomis	
e Ismael Plascencia)	73
<i>Capítulo 4. Las relaciones de colaboración entre la universidad</i> <i>y los sectores productivos: una oportunidad a construir</i> <i>en la política de innovación</i> (Mónica Casalet)	109
<i>Capítulo 5. Transferencia de conocimientos entre ciencia e industria</i> <i>en el sector de biotecnología en México</i> (Federico Stezano)	143
<i>Capítulo 6. La selección de los más aptos: evolución de pymes</i> <i>basadas en tecnología hacia la generación de soluciones producti-</i> <i>vas más complejas</i> (Carmen Bueno Castellanos)	185
<i>Capítulo 7. La innovación está en otra parte. Estandarización</i> <i>del trabajo y servicio al cliente en los call centers</i> (Alfredo Hualde).....	225
<i>Capítulo 8. Competitividad, innovación y empresarios: el sector</i> <i>terciario de Baja California</i> (Noé Arón Fuentes, Sáráh Martínez	
Pellégrini y Ángeles Martínez)	267
<i>Capítulo 9. Desprendimientos de las multinacionales, ¿una vía</i> <i>para el aprendizaje y la innovación en empresas locales?</i> (Óscar F. Contreras, Jorge Carrillo y Jaime Olea M.).....	301

Dilemas de la innovación en México

<i>Capítulo 10. Análisis de instrumentos de política de innovación: Trayectoria de 16 años del Consejo de Ciencia y Tecnología de Guanajuato (Concyteg) (Adriana Martínez Martínez, Alejandro García Garnica y Eunice Leticia Taboada Ibarra).....</i>	<i>337</i>
<i>Capítulo 11. Innovación institucional en Baja California: planteamiento y evolución en la conformación de un Ecosistema Regional de Innovación, 2009-2011 (Ismael Plascencia, Jorge Ramos y Martha Alvarado)</i>	<i>377</i>
<i>Índice de ilustraciones</i>	<i>411</i>
<i>Siglas y acrónimos</i>	<i>415</i>
<i>Acerca de los autores</i>	<i>417</i>

CAPÍTULO 5

TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS ENTRE CIENCIA E INDUSTRIA EN EL SECTOR DE LA BIOTECNOLOGÍA EN MÉXICO

Federico Stezano

I. Introducción

El siguiente trabajo indaga por la construcción de redes de transferencia tecnológica y de conocimientos entre ciencia e industria en el sector de la biotecnología (en adelante BT) en México. Se parte del supuesto de que esas redes de ciencia-industria implican interacciones complejas entre varias organizaciones que representan a los actores clave de la innovación del sector de la BT: empresas nacionales de base tecnológica, grupos de investigación, organizaciones gubernamentales estatales y federales y sus respectivos programas públicos, y organizaciones intermedias de diverso carácter.

En particular, el estudio analiza dos casos. El primero es la creación de una red nacional de biotecnología compuesta por investigadores, grupos e instituciones de investigación, empresas y organizaciones vinculadas al sector de la BT. Un segundo es la iniciativa de un gobierno estatal que promovió la cooperación entre investigadores y una organización intermedia especializada en temas de propiedad intelectual con el fin de

patentar y evaluar la potencialidad de negocios y mercados de resultados de investigación, buscando generar conexiones con empresas del sector.

Este artículo muestra algunas nuevas tendencias de interacción en redes entre actores clave de la innovación, en el contexto de una nueva etapa en el ámbito de los actores y programas de ciencia y tecnología (CYT) en México. Con el fin de analizar los problemas de coordinación que afectan a las redes de transferencia entre esos agentes, se plantea que las dinámicas de interacción de esas redes dependen de las condiciones institucionales, tecnológicas, relacionales, políticas, organizacionales y culturales del país. De igual modo, este trabajo busca mostrar que la vinculación ciencia-industria es cada vez más mediada por mecanismos institucionales y organizacionales que la generan y fortalecen, lo que pone de manifiesto que la creación y continuidad de los procesos de transferencia en México requiere de diversas organizaciones intermedias y programas en CYT que complejicen la estructura institucional y organizacional y logren una coordinación más efectiva de las relaciones entre los actores.

II. Procesos de transferencia de tecnología y conocimientos ciencia-industria

Las vinculaciones ciencia-industria para la transferencia remiten a la creciente importancia de las redes en la economía basada en el conocimiento. En los últimos años se han multiplicado las vinculaciones entre academia y empresa, hecho que se refleja en el aumento de productos conjuntos de investigación y de formas organizacionales que favorecen que ambos actores establezcan contactos (Shinn y Lamy, 2006; Casalet, 2010). En estas experiencias convergen distintos tipos de organizaciones (institutos de investigación, universidades, com-

pañías industriales, bancos, centros tecnológicos, establecimientos de alta educación) que reciben fondos para intensificar la investigación y la creación de redes de cooperación ciencia-industria y redes sectoriales y/o en contextos regionales (STRATA, 2004).

El modelo de triple hélice busca analizar estas nuevas instancias que vinculan ciencia, industria y gobierno para la innovación con el estudio de las múltiples vinculaciones que se establecen en el proceso de capitalización del conocimiento. El modelo supone tres dimensiones: *i*) la transformación interna de cada hélice (como el desarrollo de lazos entre empresas o la asunción de la tercera misión universitaria), *ii*) la influencia de una hélice sobre otra (la función del Estado de generar nuevas políticas y cambios institucionales que modifiquen las condiciones y los incentivos de los agentes) y *iii*) la creación de nuevas formas organizacionales derivadas de la interacción entre las tres hélices con el fin de producir nuevas ideas y desarrollos de alta tecnología (Etzkowitz, 2002).

Las nuevas iniciativas de vinculación ciencia-industria-gobierno asumen la visión de que en los actuales sistemas nacionales de innovación (en adelante, SNI)¹ las redes productivas y de conocimiento son su forma de organización privilegiada. Las redes remiten al nuevo rol de la cooperación, la coordinación y la competencia en el desempeño económico. La competencia y eficiencia global son generadas por redes de organizaciones disímiles, públicas y privadas (Cimoli, 2005).

¹ El SNI debe entenderse como un concepto referido a las partes y elementos de la estructura económica e institucional del país que afectan la innovación, el aprendizaje tecnológico y los sistemas productivo, de mercado y financiero (Edquist, 1997). Sin embargo, el concepto debe tenerse también como una construcción analítico-conceptual que ha sido creada en torno a las políticas de CYT en forma narrativa (Godin, 2009) y normativa (Arocena y Sutz, 2000). Más allá de la discusión sobre la existencia o no de SNI en contextos tan alejados del mundo desarrollado como el latinoamericano, la noción de SNI muestra el papel central de las políticas de innovación como instrumento en la conformación de los SNI, y cómo su éxito depende de diagnósticos sobre los intereses, necesidades y posibilidades reales de los diferentes actores de la interacción innovativa (idem).

En ese marco, la transferencia tecnológica y de conocimiento incluyen las interacciones cooperativas de información, conocimiento y tecnología que establecen dos o más organizaciones para trasladar *know-how*, conocimiento técnico y científico y/o tecnología de una configuración organizacional a otra (Stezano, 2010).

Algunos estudios caracterizan a la transferencia como un proceso basado en la comercialización de derechos de propiedad intelectual vía acuerdos de propiedad de patentes, *spin-offs* académicos e ingresos de licencias y regalías derivadas de tecnologías creadas en la academia (Jaffe *et al.*, 1993; Jaffe y Trajtenberg, 1996 y 2002). Otras investigaciones han cuestionado este enfoque afirmando que la falta de protección de la propiedad intelectual no limita el uso y/o comercialización de las invenciones universitarias (Colyvas *et al.*, 2002) y que diversos canales de transferencia, como publicaciones, reportes y consultorías, tienen mayor importancia que las patentes (Costa y Siqueira, 2010). Otros estudios también muestran que las vinculaciones ciencia-industria son animadas por otros múltiples motivos que exceden a los económico-materiales (D'Este y Patel, 2007; D'Este y Perkmann, 2007).

Asimismo, estos estudios muestran la complejidad y diversidad de los procesos de transferencia, reflejada en diversos factores que se originan en características históricas y culturales de ambos actores, factores de eficiencia, rasgos de mercado y estructuras de incentivos que no facilitan la transferencia (UE, 2001). Esos factores actúan como incentivos que fomentan y como barreras que inhiben las vinculaciones ciencia-industria. Esta diversidad se refleja en la existencia de distintos canales de transferencia: informales, formales y de comercialización.

Las redes de transferencia implican problemas de coordinación derivados de las distintas orientaciones culturales e incentivos de los actores y de la incertidumbre que les supone la cooperación (Feldman y Kelley, 2006). Ante esos dilemas, se

ensayan respuestas influidas por diversas configuraciones del sistema social en los niveles macro (en términos de régimen tecnológico e institucional), meso (de intermediación organizacional) y micro (modos de vinculación entre los actores de la innovación). Los rasgos distintivos de esas configuraciones en México son factores críticos en el éxito o fracaso de la continuidad de los procesos de transferencia ciencia-industria.

III. Estrategias nacionales de desarrollo e innovación

La capacidad de un sistema de innovación para desarrollar redes ciencia-industria de transferencia depende de múltiples factores. Los factores tecnoproductivos de la innovación se han analizado desde modelos articulados a partir del concepto de regímenes tecnológicos. Por otra parte, la visión de regímenes institucionales ha analizado los factores sociopolíticos y culturales-históricos que posibilitan ciertos modelos de innovación.

1. Modelos de estructuras tecnológicas y dinámicas de mercado

Los procesos de transferencia dependen de las estructuras de producción de conocimiento de un SNI. La relación causal entre la producción de conocimiento y su difusión ha sido abordada desde el concepto de regímenes tecnológicos, el que retoma la noción de paradigma tecnológico que analiza la forma dinámica en que ciertas tecnologías en cierta época determinan oportunidades y límites a la innovación (Castellacci, 2007).

El concepto de régimen tecnológico supone que la forma de organización de las actividades innovativas de una tecnología reside en diferentes regímenes tecnológicos que combinan

diversos factores constitutivos de una tecnología (Breschi *et al.*, 2000). La diferenciación entre las estructuras de mercado y las dinámicas tecnológicas entre los distintos sectores fue retomada posteriormente por la visión de sistemas sectoriales de innovación (SSI), desarrollada principalmente por Malerba (2004).

Esta perspectiva asume que existen diferencias tecnológicas sectoriales en torno a sus tecnologías básicas; en cómo esas tecnologías afectan la naturaleza, las fronteras y la organización de los sectores; en las bases sectoriales de conocimiento y en los procesos de aprendizaje (Malerba, 2004:17-19). Esos sectores se distinguen por sus actores, redes e instituciones. Esto incluye los constructos organizacionales que proveen recursos tangibles e intangibles requeridos para coordinar sus acciones (Coriat y Weinstein, 2004:331).

Desde ese supuesto, ciertas instituciones sectoriales pueden emerger de decisiones de empresas u otras organizaciones o de la interacción inesperada de agentes (Malerba, 2004:27). Pero en gran medida esas instituciones son resultado de una deliberación política y de opciones nacionales de desarrollo de la sociedad que superan su carácter sectorial, como los sistemas de patentes, los mercados de trabajo, los sistemas de gobernanza corporativa de las empresas o los sistemas educacionales (Coriat y Weinstein, 2004:331-339).

2. Modelos institucionales y variedades del capitalismo

La visión de regímenes institucionales asume que las condiciones de producción de la innovación nacional se vinculan con instituciones históricas. Así, los modelos nacionales de instituciones (los sistemas de regulación laboral, protección social o apoyo a la CyT) son vistos como mediaciones entre los órdenes científicos, económicos, políticos y sociales.

Dichos modelos consisten en redes de relaciones entre el mundo de la investigación y el conocimiento, la empresa y el mercado, la política y el lazo social (Lesemann, 2007:70). Varios estudios de esta perspectiva² muestran que la formación de modelos institucionales nace de divergencias en trayectorias históricas en los vínculos Estado-mercado.

La visión de variedades del capitalismo analiza las condiciones institucionales que propician incentivos a la innovación. Desde el concepto de ventajas comparativas institucionales se plantea que la estructura institucional de una economía política (los regímenes de regulación, la organización de los actores económicos, las estructuras estatales) da a las empresas ventajas para desarrollar ciertos perfiles de especialización productiva. Esto permite distinguir: *i*) economías de mercado liberales (EML), con mayor presencia en Estados Unidos, Inglaterra y países anglosajones, donde se promueve la innovación radical, y *ii*) economías de mercado coordinadas (EMC), típicas de Japón, Alemania y Europa, que favorecen la innovación incremental (Hall y Soskice, 2001).

En años recientes, la visión de variedades de capitalismo ha definido al modelo latinoamericano como un régimen institucional de economía de mercado jerárquica (EMJ). El modelo de EMJ presenta un régimen institucional de alta desigualdad socio-económica que promueve bajos procesos de innovación (Schneider, 2009; Schneider y Soskice, 2009).

Un primer rasgo de la EMJ es su mercado laboral segmentado donde coexisten un pequeño porcentaje de trabajadores del sector público y grandes empresas con empleos de larga permanencia, representación sindical y protección legal, y una mayoría del mercado basado en empleadores con control unilateral sobre decisiones de contratación, despidos y fijación de salarios, un alto empleo informal y áreas grises de alto nivel

² Esping-Andersen, 1990 y 2000; Bozeman, 2000; Whitley, 1999; Coriat y Weinstein, 2004; Lam, 2004.

de autoempleo. En segundo lugar, el sistema de educación y entrenamiento muestra una pequeña parte de la población con estudios secundarios completos y un sistema centrado en la adquisición de competencias generales, pero no en el desarrollo de habilidades cercanas a los empleadores.

El modelo de gobernanza empresarial, por su parte, refleja una polarización entre los grupos de negocios nacionales y empresas multinacionales (EMN). La alta presencia de EMN en sectores manufactureros de alta tecnología ha reducido los retornos de inversión en tecnologías propietarias e I+D propia a los grupos locales. Y a la vez ha aumentado los retornos de inversión en áreas como recursos naturales, *commodities* y servicios que requieren bajas capacidades tecnológicas. Los pocos grupos nacionales que han desarrollado tecnologías han sido adquiridos por EMN, entrando en cadenas globales de valor y agudizando la división del trabajo entre EMN y grupos nacionales. Adicionalmente, las políticas de gobierno hacia las EMN han impulsado la diversificación de los grupos locales (Schneider, 2009).

Por otra parte, América Latina muestra un sistema de innovación industrial mínimo. La tecnología es importada de economías centrales e incorporada en bienes, equipos o software. Los gastos en I+D son bajos y mayormente públicos (Cimoli *et al.*, 2009:49). Pocos grupos económicos tienen incentivos para asumir los riesgos de desarrollar I+D, pues no se ubican en mercados de exportación orientados por la innovación, ni el desarrollo de productos es sustancial para el éxito en esos mercados oligopólicos que dominan.

Además de eso, las EMN no tienen mayores incentivos para conducir investigación en América Latina ya que encuentran más eficiente controlar su propia tecnología. De igual modo, los graduados universitarios con un prospecto de carreras estables en el sector público o en empresas de los grandes grupos económicos tienen muy pocos incentivos para iniciar activi-

dades de emprendurismo del tipo *startups* (Schneider y Soskice, 2009). Esta estrategia de desarrollo e innovación inhibe posibilidades mayores de desarrollo nacional de capacidades tecnológicas y aprendizaje (Cimoli *et al.*, 2009).

IV. Procesos y organizaciones intermedias en redes ciencia-industria para la transferencia

El carácter social y relacional de la transferencia hace que su coordinación sea un factor crítico de éxito o fracaso en las actividades nacionales de innovación. En un nivel macro, la coordinación se relaciona con patrones históricos de regulación institucional y tecnológica. En el nivel micro, la coordinación deriva del patrón de vinculación entre los actores. Entre ambos niveles y vinculándolos se halla un nivel meso que refiere a los procesos de intermediación que permiten la vinculación de actores para la innovación.

En cuanto la innovación es crecientemente el resultado de un esfuerzo colectivo, surgen nuevas preguntas sobre los aportes y roles de los agentes. En el desempeño de los SNI son clave los intermediarios de conocimiento que tienden puentes entre los actores y facilitan sus relaciones. Éstos actúan como terceras partes que vinculan a los agentes centrales de la oferta y la demanda de conocimientos de un SNI: ciencia e industria.

Los procesos de intermediación tienen una creciente presencia e importancia en las tendencias de cambio de los sistemas de CyT a diversos niveles de agregación social, particularmente desde programas públicos del sector. Las organizaciones intermedias son también una instancia consolidada que impulsa cambios en las organizaciones y en las prácticas de los actores (Van der Meulen, 2007).

Autores como Howells (2006), Yusuf (2007) y Van Lente *et al.* (2003) han propuesto diversas taxonomías para diferenciar

los roles y las funciones de las organizaciones intermedias. En particular Van Lente *et al.* (2003) distinguen cuatro grupos: *i*) organizaciones de servicios de negocios intensivos en conocimiento, incluyendo las entidades privadas que proveen servicios intermediarios que se basan en conocimiento profesional; *ii*) organizaciones de investigación y tecnología, financiadas por el gobierno, que brindan servicios a empresas de manera individual o colectiva, en apoyo a la innovación científica y tecnológica, cuyas capacidades dependen en gran parte de la base científica pública; *iii*) organizaciones industriales que representan intereses corporativos y dan servicios industriales relevantes, y *iv*) organizaciones públicas o semi-públicas, como las Oficinas Universitarias de Vinculación, que asisten a los investigadores en sus vínculos de transferencia con otras organizaciones (Van Lente *et al.*, 2003:5-7).

Las organizaciones, procesos y actividades intermediarias se definen por una posición estructural que les permite mediar relaciones entre dos o más actores sociales. Los aspectos institucionales y relacionales de los intermediarios son interdependientes: el desempeño y el cambio de las organizaciones y procesos intermediarios dependen de los cambios en los actores y del tipo de relaciones que establecen. La noción de mediación implica, por tanto, la existencia de actores de distinto tipo que requieren cierta traducción de sus significados o intereses (Van der Meulen, 2007).

La temática de las relaciones ciencia-industria ha sido altamente influida y promovida desde varios tipos de políticas y programas de promoción. Ese trasfondo institucional es central para la coordinación de los procesos de transferencia. Múltiples redes de transferencia de conocimientos ciencia-industria surgen de la planificación política en CYT, en la que es clave el rol cumplido por las terceras partes para reducir problemas de coordinación desde incentivos, procesos de monitoreo y creación de nuevas configuraciones organizacionales (Guston, 2000).

V. Vínculos de transferencia ciencia-industria en México

1. Estado de la vinculación para la innovación

En un marco de una reducida inversión nacional en I+D, las instituciones públicas y universidades cumplen un papel central. El gobierno financia 45 por ciento de las actividades y ejecuta 22 por ciento, mientras que 27 por ciento es ejecutada por universidades (OECD, 2007). Por su parte, el sector empresarial financia 47 por ciento de la I+D y ejecuta menos de 50 por ciento (OECD, 2008). Recientes estudios señalan que el problema central del SNI mexicano reside en la ausencia de demanda de tecnología y conocimiento de las empresas. Esto dificulta que la producción en CYT se oriente a las necesidades de las empresas y de la sociedad (FCCYT, 2006). De las empresas en México, 84 por ciento no tienen acuerdos de cooperación para la innovación, 8 por ciento tienen colaboraciones con otras empresas, 4 por ciento con el sector de investigación público, 2 por ciento con instituciones de educación superior y 2 por ciento con otros actores (OECD, 2009c:125).

Una explicación de esas bajas capacidades de absorción del sector privado para articular demandas precisas al sector científico radica en la estructura polarizada del sector empresarial en México (Mittelstad y Cerri, 2008).³ Por su parte, la OECD (2008) atribuye como el problema central del SNI mexicano su bajo nivel de capital humano. El sistema de oferta de conocimiento dominado por universidades y centros públicos

³ Unas 6700 empresas medianas y grandes conviven con cerca de cuatro millones de micro y pequeñas empresas, y otras tantas en la economía informal. Múltiples condiciones estructurales de la economía nacional (falta de incentivos a la I+D y financiamiento, escasez de trabajo calificado, educación de calidad, y servicios de entrenamiento y negocios) no alientan la expansión de esas empresas, que no son rentables y poseen bajas dotaciones de capitales tangibles e intangibles. Estas empresas explican una gran parte de la débil productividad del país y su bajo crecimiento (Mittelstädt y Cerri, 2008:53-57).

de investigación posee una limitada capacidad de producción, medida en el número de egresados de grado y posgrado, en niveles de formación y capacitación para ingresar al mercado de trabajo y en el número de investigadores del sector público y privado (Casalet y Villavicencio, 2008). Los investigadores responden a una estructura de incentivos que fortalece sólo una parte de su actividad (artículos y publicaciones científicas). La orientación academicista e individualista que predomina en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) tiende a aislar a los investigadores del mundo productivo y convierte a las instituciones de educación en instancias autorreferenciadas (Sáenz-Menéndez, 2008).

Las interacciones ciencia-industria se insertan así en un entorno caracterizado por: *i*) una débil respuesta institucional, *ii*) pocas vinculaciones en I+D de las empresas con otras empresas o instituciones científicas, *iii*) la rigidez organizacional universitaria y las bajas oportunidades tecnológicas que genera y *iv*) la inhibición de actividades locales de creación de redes. El sector público de investigación y las universidades no son fuente relevante de información para las empresas mexicanas (Cimoli, 2000; Casalet, 2010).

2. Nuevas políticas e instrumentos que buscan vincular ciencia e industria

La última década ha estado marcada por sucesivos intentos por impulsar programas de CyT que impulsaran la vinculación tecnológica y de conocimiento para la innovación. A inicios de la década se plantearon cambios normativos articulados en torno al Programa Especial de CyT (PECyT) 2001-2006, basado en tres objetivos clave: la formación de una política de Estado en CyT, el incremento de la capacidad en CyT y el aumento de la competitividad e innovación empresarial. Desde esos objetivos, el PECyT impulsó nuevos instrumentos

como Fondos Institucionales y Estímulos Fiscales (OECD, 2009b).

El PECYT 2008-2012, por su parte, contiene propuestas de continuidad con relación al énfasis en programas de vinculación tecnológica, como los de creación y fortalecimiento de parques tecnológicos. Sin embargo, su propuesta original radica en la creación de los programas Proinnova, Innovatec e Innovapyme (OECD, 2009c).⁴

Finalmente, las reformas a la ley de CyT de 2009 destacan la formación de redes y alianzas de investigación en respuesta a prioridades sectoriales y regionales, y especialmente el potencial rol de la generación de empresas de base tecnológica, el apoyo a capitales semilla y de riesgo, y la creación de parques tecnológicos. En este contexto, la ley introduce la figura de Unidades de Vinculación y Transferencia de Conocimiento, que denomina a las organizaciones de universidades o centros públicos de investigación que coordinan proyectos de desarrollo tecnológico y buscan promover la vinculación de su organización con sectores productivos y de servicios (*Diario Oficial*, 2009).

No obstante, los nuevos instrumentos de financiamiento de investigación cooperativa aún no han mejorado significativamente la capacidad de innovación de las empresas, ni la capacidad de investigación aplicada de universidades e instituciones de educación superior. Y tampoco han garantizado canales de transferencia del conocimiento producido por grupos sociales, comunidades y organizaciones, de forma que los resultados de

⁴ Proinnova apoya proyectos de I+D en tecnologías de frontera, desarrollados en un marco de cooperación público-privada, incluyendo a instituciones públicas de investigación y pymes. Innovatec apoya proyectos empresariales de innovación tecnológica, preferentemente en cooperación con otras empresas o instituciones públicas de investigación y el desarrollo de infraestructura privada en CyT e I+D. Innovapyme, por su parte, brinda apoyo a actividades de I+D en proyectos de pequeñas y medianas empresas (pymes) con alto valor agregado, especialmente desarrollados en cooperación con otras empresas o instituciones públicas de investigación (OECD, 2009c).

investigación sustenten decisiones e implementación de programas de CYT. Esa falta de mecanismos de difusión y divulgación impide que el conocimiento llegue a grupos sociales, a la comunidad científica y al mercado. Y por ende, no permite desarrollar capacidades de absorción de conocimiento en la sociedad (Villavicencio, 2008).

Pese a los nuevos programas de CYT formulados, persiste una carencia de canales de circulación de conocimientos. La falta de un impulso que garantice la innovación como proyecto político dificulta el compromiso de las instituciones y agentes del SNI: empresarios, investigadores, *policy-makers* (Casalet, 2010).

VI. La biotecnología como sector tecnológico

1. Características de la BT agrícola

La BT se define como la aplicación de la CYT a organismos vivos, partes, productos y modelos para alterar materiales, vivos o no, para la producción de conocimiento, bienes y servicios. Las aplicaciones de BT en salud, industria y producción primaria pueden ser factor de impulso económico en los próximos 20 años (OECD, 2009a).

Este estudio se basa en el sector de agro-BT, caracterizado por la fuerte complementariedad entre investigación fundamental y aplicada, lo cual genera una dependencia de la BT hacia su base científica y un *know-how* común (Joly y de Looze, 1996). En ese contexto, el apoyo de programas públicos para el sector de investigación ha sido otro factor de impulso a la agro-BT (Webber, 1995; Kivinen y Varelius, 2003).

En este sector, las universidades suelen iniciar la investigación que consolida trayectorias tecnológicas. Así, por ejemplo, más de 70 por ciento de las publicaciones realizadas en Estados Unidos citadas en patentes de BT agrícola son realizadas por

investigadores de universidades nacionales. De este modo, las universidades y las empresas *start-up* de origen universitario convierten la investigación básica en innovaciones aplicadas, para que luego las grandes empresas concentren los desarrollos posteriores.

El sector privado es un actor clave del sector al invertir en innovaciones que puedan proteger vía patentes u otras formas de protección de la propiedad intelectual (Vanloqueren y Baret, 2009) y adquiriendo empresas como estrategia de captación de canales de mercado (Chataway *et al.*, 2004). Las empresas forman alianzas estratégicas de negocios coordinando redes especializadas en BT (Gutman y Lavarello, 2008). En los ochenta, compañías como Monsanto o Syngenta tomaron como decisión estratégica orientar sus actividades de I+D hacia la ingeniería genética, y desde los años noventa han adquirido empresas. Entre 1976 y 2000 las empresas invirtieron más en biotecnologías agrícolas modernas que en otras innovaciones biológicas patentables, como el biocontrol de pestes y enfermedades. De esta manera, tres de cada cuatro patentes de BT agrícola en Estados Unidos pertenecen al sector privado (Vanloqueren y Baret, 2009). La BT posee una estructura relacional que vincula a la ciencia universitaria, el capital de riesgo, las capacidades productivas y de marketing de las empresas globales, y las habilidades de las *start-ups* (Ebers y Powell, 2007).

2. La BT agrícola en México

México cuenta con un importante capital humano en BT, más de cien instituciones de investigación, más de 750 investigadores (Bolívar, 2003) y cerca de 100 programas de posgrado, 40 de ellos doctorales (Genoma España, 2005).

Cuatro instituciones desarrollan la investigación con mayor impacto científico-tecnológico en el campo de la BT: UNAM, UAM, Cinvestav e IPN, que por el número de investigadores, la

antigüedad de sus grupos académicos, la infraestructura y el equipamiento de análisis con el que cuentan conforman la infraestructura más importante de la BT en México.⁵

Por su modelo de organización, diversidad disciplinaria, y posgrados en red, los Centros Conacyt constituyen un segundo sistema de impacto nacional en BT.⁶ También algunas universidades, institutos tecnológicos y universidades politécnicas conforman grupos de impacto en la BT, aunque más orientados a la docencia y la formación de recursos humanos.⁷ Finalmente, se destaca el rol del Colegio de Posgraduados; del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias –INIFAP–, de la Secretaría de Agricultura, en distintos campos experimentales; del Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología (SNITT), de la Sagarpa, y de las fundaciones Produce (CIBA-IPN, 2010).

El número de publicaciones de BT en México ha crecido desde 1990. Las publicaciones en BT aplicada y básica hasta 1990 eran menos de 20 anuales. Durante los últimos 24 años se registraron 1 184 artículos con 10 742 citas de BT aplicada (9.07 citas por artículo) y 858 artículos, con 22 736 citas (26.5 citas por artículo) de BT básica. Esto indica que la producción científica en BT de México es de buena calidad, si se compara

⁵ Se destacan en este grupo el Instituto de Biotecnología (IBT) y el Instituto de Ciencias Genómicas, más diversos laboratorios, centros, institutos, escuelas y universidades de la UNAM; la Unidad de México del Cinvestav, y particularmente el Laboratorio Nacional de Genómica de la Biodiversidad (Langebio) de la Unidad Irapuato; las unidades Iztapalapa y Cuajimalpa de la UAM, y 11 escuelas del IPN, que brindan 15 programas de posgrado vinculados a la BT.

⁶ Del sistema SEP-Conacyt se vinculan con la BT las siguientes organizaciones: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. (CIAD); Centro de Investigaciones del Noroeste S.C.; Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C. (CICESE); Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY); Instituto de Ecología A.C.; Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas; Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. (CIATEJ), e Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C. (IPICYT).

⁷ En este grupo destacan con distintos niveles de desarrollo institutos tecnológicos, universidades autónomas y otras organizaciones de investigación.

con el impacto bibliográfico promedio de todos los artículos científicos mexicanos desde 1974, que es menor a 10 citas por artículo (Viniestra, 2009). En la última década, el número de publicaciones científicas en áreas como las ciencias de las plantas y animales muestra niveles de calidad internacional (UCSD, 2007:6). Con base en esos indicadores, México es el segundo sistema de investigación agrícola de América Latina (Stads *et al.*, 2008).

De 375 empresas vinculadas al uso de productos y procesos relacionados a la BT en México, menos de 20 por ciento (67 empresas) se basan en BT como su núcleo de negocios. Se estima que sólo la mitad de ellas (entre 30 y 35 empresas) se han desarrollado con base en tecnologías e innovaciones propias. Mientras que las empresas de farmacia y alimentos cuentan con mayor antigüedad y mayor presencia de EMN, las EMN del sector agro-BT no constituyen la mayoría del sector, categoría que corresponde a empresas más pequeñas (Stads *et al.*, 2008:364-373).

El sector de BT nacional muestra una marcada heterogeneidad entre las empresas que utilizan técnicas y procesos de la BT (EMN) y las nacionales que excepcionalmente desarrollan de modo incipiente algún proceso, que suelen carecer de departamentos propios de I+D y recurrir a asesorías informales externas sobre sus actividades de innovación (Amaro y Morales, 2010:1 241-1 243). El sector privado cumple un rol limitado en I+D: sólo contrata al sector público algunas investigaciones, pues casi no desarrolla actividades propias de I+D, ya que las EMN suelen utilizar paquetes tecnológicos generados en su sede matriz. Las empresas que hacen I+D en México se localizan casi exclusivamente en el sector semillas. Allí Monsanto es un actor clave en el desarrollo de investigaciones en semillas de maíz y girasol (Stads *et al.*, 2008; González y Quintero, 2008).

La escasa vinculación se refleja en un bajo número de patentes generadas, pues casi todas las otorgadas en México son de

extranjeros: 96 por ciento de las patentes en BT otorgadas entre 1980 y 2001 en México fueron de extranjeros, principalmente de empresas de Estados Unidos, Japón y Europa. Las empresas que patentan en México lo hacen con motivación comercial de reservación del mercado: 90 por ciento de esas patentes otorgadas no se explotan (Solleiro y Briseño, 2003). Entre 1990 y 2008, los inventores mexicanos han producido 66 patentes internacionales, algunas también protegidas en México. Cerca de 85 por ciento de las invenciones que han solicitado la protección industrial en México se concentran en fármacos, salud, materias primas y agricultura. Los sectores de alimentos procesados, medio ambiente, BT marina, pecuaria y acuicultura concentran el 15 por ciento restante (CIBA-IPN, 2010).

VII. Estudio de caso: redes ciencia-industria para la transferencia en agro-BT en México

Esta sección presenta los hallazgos centrales del estudio de caso sobre redes ciencia-industria de transferencia entre grupos de investigación y empresas del sector de agro-BT en México.⁸ Con el objetivo de detectar dichas redes, fueron realizadas 16 entrevistas a profundidad entre septiembre de 2010 y febrero de 2011. Fueron consultados informantes calificados de los sectores *i*) académico (investigadores del Cinvestav Unidad Irapuato y Langebio, y representantes de la Oficina de Vinculación

⁸ El estudio se realizó en el marco del proyecto SEP-Promep 2010-2011, “Redes de transferencia ciencia-industria en el sector de biotecnología en México. La incidencia de los marcos institucionales y tecnológicos, las políticas públicas y los mecanismos de intermediación”, y de las actividades de investigación para el proyecto “Evaluación y Prospectiva de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación”, de la Red Temática Conacyt Complejidad, Ciencia y Sociedad. El estudio también se benefició de fondos de la Primera Convocatoria 2010 del Programa Divisional de Apoyo a Estancias de Investigación de la División de Ciencias Sociales y Humanidades, de la Universidad Autónoma Metropolitana Cuajimalpa.

del Cinvestav), *ii*) empresarial (dos empresas nacionales del sector de agro-BT), *iii*) gubernamental (gobierno de Guanajuato y Conacyt) e intermediario (organización intermedia especializada en propiedad intelectual). Esa información ha sido complementada con la revisión de fuentes secundarias, que se utilizan con el fin de obtener datos sobre las dinámicas de interacción de las redes analizadas y sus resultados, mientras que las entrevistas buscaron recabar la evaluación de los agentes de esas dinámicas de interacción.

Con este propósito, las entrevistas se realizaron bajo la hipótesis central de la importancia determinante de las interfaces institucionales y organizacionales que suceden en los procesos de transferencia; esto es, asumiendo la presencia de procesos y organizaciones de intermediación y su papel de articuladores de redes de relaciones sociales como factores determinantes de los procesos de transferencia. Y por el contrario, suponiendo que la ausencia de estas interfaces constituye un obstáculo para esos procesos.

Tabla. Redes detectadas.

Redes de transferencia		Actores detectados			
Canal	Red identificada	Sector científico	Sector empresarial	Organizaciones intermedias	Programas y políticas en CYT
Informal-Formal-Comercialización	Biología sintética	Investigadores UI, Langebio y UNAM	Agroenzimas, Landsteiner Scientific, Cecype Drug Development & Research Company, Siosi	Asociación Nacional de Biología Sintética	AERI (Conacyt)
Formal-Comercialización	Generación de un parque tecnológico orientado a la agro-BT en Irapuato	Investigadores UI y Langebio	Múltiples proyectos de investigación con potencialidad para convertirse en <i>spin-offs</i>	LatIPnet Oficina de Vinculación del Cinvestav Agrobiopolo Guanajuato	Secretaría de Desarrollo Económico del Gobierno de Guanajuato

En el análisis se describen dos experiencias de redes ciencia-industria para la transferencia en las que confluyeron centros, laboratorios e institutos públicos y sus grupos de investigación, empresas de BT, programas estatales y federales en CYT, y organizaciones intermedias públicas e intermediarias.

1. Caso 1: red de transferencia en biología sintética

Una experiencia exitosa detectada, articulada inicialmente por un programa del Conacyt, se vincula con la creación de una red nacional sobre biología sintética.

La biología sintética es un nuevo campo orientado a la mejora de microorganismos bajo un enfoque de ingeniería que permite el diseño y construcción de nuevas partes biológicas, artefactos y sistemas, y el rediseño de los actuales sistemas biológicos con fines útiles. La mayor parte de la biología sintética se encuentra todavía en sus primeras investigaciones, pero su potencial ha generado gran entusiasmo. A la fecha, la ingeniería metabólica sólo se ha utilizado en pocas aplicaciones comerciales. Los precios de las materias primas han llevado a varios de los grandes actores industriales a invertir en I+D, en particular para la producción de productos químicos (OECD, 2009a). La biología sintética es una rama de la biología que permite la creación de estructuras y la fabricación de microorganismos que brindan soluciones alternativas a las ofrecidas por la tecnología; esto hace posible que se comprendan y aprovechen las funciones de las células y su relación con el medio ambiente (Benner y Sismour, 2005).

La formación de esta red inició con el apoyo del programa de Alianzas Estratégicas de Redes de Innovación (AERI) del Conacyt. Éste es un programa operado con fondos federales que busca en el mediano plazo (de tres a cinco años) promover la articulación entre instituciones de investigación y empresas con el fin de aumentar la competitividad de su sector produc-

tivo por medio de proyectos de I+D e innovación. Como programa, AERI ha dado continuidad a Consorcios de Innovación para la Competitividad, un programa del Conacyt iniciado en 2002 que servía de vinculación entre grupos científicos orientados a la investigación aplicada en torno a las necesidades productivas concretas de las empresas. Este programa arrojó buenos resultados en cuanto a los incentivos a la vinculación que se generaron en las empresas y grupos de investigación participantes. Sin embargo, algunas falencias de su diseño, como la falta de reglamentación clara sobre otorgamiento de derechos de propiedad intelectual y de evaluaciones sistemáticas *ex ante* y *ex post*, dificultaron la generación de procesos de aprendizaje acerca de la experiencia política concreta y de las mejores prácticas para crear vías de vinculación ciencia-industria (Casalet y Stezano, 2009).

Desde 2008, AERI sustituye a Consorcios siguiendo su orientación a la investigación aplicada pero en torno a demandas productivas de más de una empresa. AERI busca apoyar el desarrollo de conocimientos e ideas para encontrar soluciones con la intención de construir objetivos comunes de todos los actores y favorecer la creación de grupos de colaboración. El programa exige que en cada alianza participen al menos dos empresas y dos centros de investigación.

En la formación de la AERI en biología sintética y en la creación de la Asociación Civil en Biología Sintética han participado grupos de investigación de distintas instituciones (Langebio, del Cinvestav Irapuato,⁹ y el Instituto de Biotecnología

⁹ Cinvestav Irapuato reúne la Unidad Irapuato y Langebio. En Langebio hay 14 investigadores en genómica, mientras que en la UI se encuentran 32 investigadores en ingeniería genética, BT y bioquímica (Cinvestav, 2011). UI inició actividades en 1981. Sus programas de maestría y doctorado en BT de plantas contaban con más de 250 graduados hacia 2007 (UCSD, 2008). Langebio surge de una propuesta de investigadores en genómica de la UI para desarrollar una unidad de investigación haciendo uso de la biodiversidad de México, la provisión de servicios en genómica a organizaciones de investigación y empresas, y el desarrollo de un programa de protección de la propiedad intelectual. En 2005, tres organizaciones federales (Conacyt

–IBT– de la UNAM),¹⁰ empresas nacionales de distintos sectores pero en todos los casos vinculadas a procesos y productos con utilización de BT: Siosi Alimentos (empresa que congela polvo de aguacate orgánico),¹¹ Landsteiner Scientific (empresa farmacéutica especializada en terapéutica hematológica e inmunológica),¹² Cecype Drug Development & Research Company (empresa de investigación clínica)¹³ y Agroenzymas (empresa de agro-BT que se especializa en la fabricación y comercialización de biorreguladores del desarrollo vegetal).¹⁴

Los actores de esta red contaban con vínculos previos en

y las secretarías de Educación y Agricultura) y el gobierno de Guanajuato asignan fondos para su construcción, la adquisición del equipo y la creación de puestos de trabajo para iniciar actividades en 2009 (OECD, 2009b).

¹⁰ El Instituto de Biotecnología (IBT), creado en 1982, forma investigadores con habilidades en la formación de conocimiento en BT. El IBT busca ayudar a conformar instituciones nacionales que fortalezcan los sectores industriales en México, difundiendo conocimiento producido en las investigaciones derivadas de las relaciones entre el centro de investigación y las empresas con desarrollo en BT en México (Bolívar, 2008).

¹¹ Siosi Alimentos es una empresa con planta productiva en Morelia, Michoacán, dedicada a la I+D en el sector de alimentos. La empresa ha desarrollado proyectos de investigación y generado patentes en torno al método para elaborar aguacate en polvo. La generación de ese método fue posible con el trabajo conjunto de centros de investigación de Chicago y México e investigadores de la empresa (Siosi, 2011).

¹² Landsteiner Scientific es una empresa farmacéutica creada en 1998 con la finalidad de crear alternativas para la salud basadas en la innovación. Sus desarrollos se centran en la investigación biomédica, desde una estrategia de impulso a la investigación de productos en BT, para elaborar nuevos productos para el desarrollo de terapias (Landsteiner, 2011).

¹³ Cecype se fundó en 1995 con base en la incursión del Cinvestav Morelia en investigación clínica. Las bases científicas y técnicas del Cinvestav permitieron el desarrollo de instituciones de salud y educación superior y la industria farmacéutica. Cecype se dedica a la colaboración en el proceso de desarrollo de insumos para la salud a través de la asistencia social, el desarrollo de I+D, la formación de recursos humanos orientados a la investigación y la vinculación con instituciones educativas, con la intención de situarse como agente terciario entre el sector público y el privado (Cecype, 2011).

¹⁴ Agroenzymas es una empresa fundada en 1990 especializada en la fabricación y comercialización de activadores del desarrollo vegetal (Agroenzymas, 2011). Es una de las empresas de mayor presencia en México en el área de agro-BT. La mayor contribución de su grupo técnico radica en el conocimiento de las aplicaciones de fitohormonas y fitorreguladores, naturales y sintéticos, en cultivos específicos, lo que le ha permitido participar en mercados de exportación (CIBA-IPN, 2010).

proyectos de investigación aplicada, lo cual fue un factor clave para su formación. Los proyectos desarrollados han buscado orientarse a la construcción de conocimientos de alta complejidad en respuesta a problemas y necesidades concretas de la industria.

Uno de los objetivos que se lograron tras la creación de la AERI en 2009 fue la conformación de una Asociación Mexicana de Biología Sintética para darle continuidad a los esfuerzos de investigación realizados. Esta asociación civil es una entidad sin fines de lucro que tiene por objetivo la promoción de la biología sintética en México. La red se sustenta vía congresos y simposios, y con la divulgación de proyectos y premios relacionados a la investigación en biología sintética. La asociación ha desarrollado actividades de educación y apoyo para crear/mejorar programas educativos; se ha puesto en contacto con inversionistas privados, institucionales y gubernamentales; se ha empeñado en identificar las mejores prácticas, y muy especialmente, ha desarrollado un trabajo conjunto con el fin de crear nuevas leyes, normas y regulaciones en el sector (BioSintética, 2011). En esta primera etapa de la red, además del desarrollo de proyectos conjuntos de I+D, se ha realizado un proceso de vigilancia tecnológica para analizar el mercado de patentes del sector. La red ha coordinado las acciones conjuntas establecidas entre empresas y grupos de investigación; muy especialmente, con la asistencia al sector de investigación en las competencias en negocios, transferencia y vinculación (patentes, licencias, contratos de investigación), que no son propias del ámbito académico.

2. Caso 2: redes de transferencia y creación de un parque tecnológico en BT en Guanajuato

En Guanajuato, una iniciativa del gobierno estatal permitió que LatIPnet, una organización intermedia de servicios de

negocios intensivos en conocimiento,¹⁵ revisara distintos proyectos de investigación en BT del Cinvestav Irapuato y Langebio para ver su potencialidad de negocios, y así buscaba afinar la definición del producto y sus mercados potenciales. La iniciativa surgida del gobierno de Guanajuato se inserta en el Programa de Tecno-polos estatales, dirigido a crear tecnopolos como enclaves de desarrollo bajo la forma de corredores económicos, en los cuales cumplen un papel muy importante distintos parques tecnológicos sectoriales.

En Guanajuato, además del Cinvestav Irapuato y Langebio, se destacan centros de investigación como el INIFAP, el Instituto de Tecnología de Celaya y el Instituto de Ciencias Agrícolas. Estos centros se han especializado en la biología de plantas, en el uso de transgénicos de plantas para la producción de moléculas activas, en la producción de nutraceuticos derivados de las plantas, en la secuenciación del genoma de las plantas y en el control de plagas (UCSD, 2008). El estado de Guanajuato tiene un buen desempeño en intensidad y diversidad de actividades de CyT en el ámbito nacional, con un perfil científico especial, que incluye recursos humanos calificados, universidades de prestigio, posgrados de calidad y diversos centros de investigación (OECD, 2009c:198 y 284). Sin embargo, todavía los procesos de transferencia de conocimientos entre ciencia e industria en el estado son poco dinámicos. Generalmente, las tecnologías desarrolladas o con potencial de desarrollo no se han traducido en mejoras significativas para las empresas de la entidad.

Ante tal diagnóstico, desde 2008 la Secretaría de Desarrollo Económico Sustentable del Gobierno del Estado, junto con

¹⁵ LatIPnet es una organización internacional, orientada principalmente a los agentes latinoamericanos del conocimiento, con sede en la región de Silicon Valley en Estados Unidos. LatIPnet promueve la generación de valor de la innovación y del conocimiento sensibilizando a los actores de la innovación sobre la importancia del valor de comercialización de la propiedad intelectual, de la colaboración universidad-industria y de la creación de empresas globales con base tecnológica (LatIPnet, 2011).

LatIPnet, diseñó la Iniciativa para la Transferencia y Comercialización de Tecnología (ITCT). Desde entonces la ITCT opera varias líneas de acción para fortalecer el sistema de innovación de Guanajuato, basada en la búsqueda y generación de oportunidades de desarrollo económico a través del licenciamiento de tecnología, la generación de alianzas estratégicas y la creación de empresas de base tecnológica. LatIPnet inició un sondeo de tecnologías que se estaban desarrollando en los centros de investigación del estado para identificar aquellas con alto potencial comercial en los mercados globales, así como de alto impacto social. Durante el proceso, los miembros de LatIPnet trabajaron junto a los investigadores para asesorarlos sobre las posibles aplicaciones de sus tecnologías y orientarlos acerca de las tendencias mundiales tecnológicas y de mercado (LatIPnet, 2011).

La iniciativa del gobierno estatal con LatIPnet ha permitido detectar proyectos promisorios existentes en el estado, entre las cuales se encuentran diez proyectos a los que se les ha financiado la generación de patentes en Estados Unidos. Esta vinculación también ha permitido el diagnóstico para la generación de un parque tecnológico en agro-BT en Irapuato. Este proyecto, apoyado por los gobiernos del estado y municipal, busca generar un corredor económico en BT en torno a Irapuato. La iniciativa pretende aprovechar la capacidad en términos de capital humano de la región, especialmente las ubicaciones de UI y Langebio a metros del parque.

El parque en agro-BT actualmente en construcción estará acompañado por un centro de transferencia de tecnología y comercialización con capacidades de financiamiento, gestión tecnológica y propiedad intelectual en BT. El parque buscará estimular y gestionar el flujo de conocimiento entre universidad y empresa, esperando constituirse como un espacio de creación y crecimiento de empresas innovadoras mediante mecanismos de generación centrífuga de empresas *spin-off* (Agrobiopolo,

2011). El parque busca orientarse hacia los negocios más que a la incubación de empresas en fases precomerciales; en este sentido, se han detectado al momento alrededor de 42 proyectos que podrían constituirse en una empresa de base tecnológica.

LatIPnet ha ayudado a investigadores del Cinvestav Irapuato y Langebio a licenciar su tecnología y establecer proyectos de investigación conjunta con grandes empresas líderes en los sectores químico y de BT, como Pioneer-DuPont y BASF. Adicionalmente, la ITCT ha ayudado a formar cuatro empresas de base tecnológica de alto potencial en los mercados globales. Se espera que estas empresas sirvan como motor de arrastre para desarrollar nuevas tecnologías y empresas en los sectores de biotecnología y también de nanotecnología, y así impulsar la economía regional hacia actividades de mayor valor agregado. De igual modo, LatIPnet ha promovido conexiones para generar sinergias desde encuentros entre académicos y representantes de empresas y centros de investigación líderes de Estados Unidos y el resto del mundo (incluyendo a Cisco, DuPont, HP, BASF e investigadores del Stanford Research Institute) para que se reúnan con académicos, empresarios y representantes de gobierno de Guanajuato (LatIPnet, 2011).

3. *Redes construidas: impactos, incentivos y obstáculos*

Las experiencias de la red en biología sintética y de la creación de un parque tecnológico para *spin offs* con base en BT han tenido éxito por la combinación que han hecho de investigaciones interinstitucionales que vinculan organizaciones académicas, industriales y gubernamentales. Para las organizaciones científicas, grupos de investigación e investigadores, estas experiencias les han hecho apelar a una capacidad para desarrollar simultáneamente dos tipos de actividades: el rigor de la investigación y la potencial comercialización de los conocimientos. En las expe-

riencias, además, los involucrados confirman la presencia decisiva de elementos relacionales para el éxito de la transferencia: redes y vínculos interpersonales y organizacionales, activos vinculados al capital social y la experiencia de investigación de excelencia (Landry *et al.*, 2006; D'Este y Perkmann, 2007), factores que han sido decisivos en la conformación de la BT como sector tecnológico (Dalp, 2003).

Los involucrados en las dos redes analizadas señalaron múltiples beneficios derivados de la vinculación con un socio no científico o no industrial. Un factor clave que motivó a las empresas a la vinculación fue la calidad de la I+D realizada al lado del Cinvestav Irapuato y Langebio. De igual modo, científicos y empresarios destacan el valor agregado que implica aplicar conocimientos multidisciplinarios a cualquier producto o proceso.

Aunque son habituales las fricciones por el manejo de culturas distintas, los investigadores minimizan esas diferencias y destacan que el interés de las empresas por su trabajo supone un reconocimiento del mismo y también un modo de evaluar el potencial real de negocios que tienen. Además de esto, mencionan algunos de los beneficios materiales de la vinculación; por ejemplo, obtienen recursos externos adicionales que ayudan en la formación de estudiantes, así como en la compra de equipos y material de laboratorio.

Entre los obstáculos que enfrenta la transferencia, los involucrados remarcan la complejidad de la administración universitaria para la gestión de proyectos externos, y especialmente la falta de mecanismos legales para que los investigadores del Cinvestav puedan crear empresas *spin off* con una patente propia. Pese a que la ley nacional de CYT reformada en 2009 establece que los investigadores pueden apropiarse de hasta 70 por ciento del valor de una patente derivada de un descubrimiento propio, la ley que rige a los trabajadores de centros federales como el Cinvestav no les permite formar parte de una

empresa creada por ellos y basada en resultados de investigación desarrollados en la institución.

4. Influencia de los mecanismos de intermediación

Los casos analizados constatan que las redes de transferencia ciencia-industria nacionales suelen estar promovidas y/o articuladas por programas públicos de CYT, un hecho que suele vincularse con la aversión al riesgo que predomina en las empresas nacionales y que les impide invertir en desarrollos en CYT. Como se señaló, en la última década se ha intentado cambiar esta tendencia mediante diferentes políticas y programas públicos para el sector de CYT que sirvan como vías de estímulo para aumentar el gasto empresarial en I+D. En ambas redes se observó la presencia de dos mecanismos de intermediación decisivos en la coordinación de las relaciones entre actores: organizaciones intermedias y programas de CYT.

Por la parte de programas de CYT del Conacyt, se dio en la participación del programa AERI, uno de los más importantes en la promoción de relaciones de transferencia vía fondos competitivos que financian investigación de mediano plazo (Casalet y Stezano, 2009). Además, se destaca el programa del Gobierno del Estado de Guanajuato de tecnopolos, que incluye la propuesta del parque tecnológico en agro-BT. La consolidación de parques tecnológicos busca conformar corredores económicos estatales y sectores productivos con incidencia en la creación de empleos y riqueza. En la visión de los involucrados, los programas han logrado generar mecanismos que incentivan el desarrollo de actividades privadas de I+D y consolidan los vínculos ya establecidos entre investigadores y empresas nacionales. Así, por ejemplo, la iniciativa de tecnopolos ha permitido que el parque Agrobiopolo Guanajuato comience a ubicarse como un interlocutor visible en el desarrollo de negocios en BT de la región.

En las dos redes hubo organizaciones intermedias que ayudaron a coordinar la relación entre los actores. Entre ellas se encuentra la Oficina de Vinculación Tecnológica del Cinvestav, que ha brindado asistencia a los investigadores para la conservación de la propiedad intelectual que han generado. Aunque la Oficina no realiza comercialización directa de la tecnología, ha asistido a los investigadores en la detección del potencial de las investigaciones, en la gestión y registro de la propiedad intelectual y en su función de intermediarios entre grupos de investigación y empresas.

En segundo lugar, LatIPnet ha apoyado a los investigadores con conocimiento especializado en el desarrollo del potencial de sus proyectos en el mercado de negocios de la BT. Investigadores, empresarios y representantes de gobierno que han trabajado junto a LatIPnet destacan su capacidad para detectar la calidad científica de la investigación y, a la vez, su potencialidad de negocios, lo cual es un elemento poco habitual en las organizaciones intermedias vinculadas a la transferencia en México. Un punto destacado por los investigadores es la necesidad de contar con una unidad de vinculación con personal que tenga conocimiento calificado de la BT y muy especialmente de las dinámicas de los mercados del sector, lo que implica competencias diferentes a las utilizadas en la academia.

VIII. Conclusiones

Las dos redes ciencia-industria de transferencia en BT en México analizadas muestran experiencias de éxito que, con el aprovechamiento de diversas configuraciones institucionales y sistemas de incentivos, conjugan investigación en ciencia básica e innovaciones orientadas al mercado.

Un primer elemento que se destaca es la constatación de una tendencia paulatina que comienza a vislumbrarse en el pano-

rama del SNI en México con el diseño de nuevos tipos de programas. En los últimos años ha surgido un nuevo enfoque en las políticas de CyT en México que trata de generar incentivos a la construcción de redes entre agentes públicos y privados. En México han aparecido recientemente programas que apoyan la creación de consorcios de investigación, parques tecnológicos, incubadoras de empresas y asociaciones público-privadas. En los casos analizados, los programas de CyT siguen varias de esas tendencias, entre las que sobresalen: *i*) el objetivo de promover la planificación de proyectos de investigación con base en las demandas de los usuarios del conocimiento (el caso del programa de AERI) y *ii*) el impulso a estrategias orientadas a la transformación de los procesos de innovación y las necesidades sectoriales y regionales (programas de tecnopolos en el estado de Guanajuato).

Los casos también confirman que la transferencia es un proceso que va más allá de la comercialización de resultados de investigación. Varios involucrados señalan la importancia de detectar las condiciones que denotan buenas prácticas de transferencia (como en los dos casos presentados) como medio para generar confianza en vinculaciones futuras. Y también para superar algunas barreras que impiden la transferencia: la falta de recursos humanos calificados para asistir a los investigadores en procesos de vinculación, la compleja administración universitaria de proyectos externos y la escasa demanda empresarial de conocimientos.

En particular, fue destacada la imposibilidad de que los empleados de Cinvestav, en su calidad de servidores públicos federales, formen empresas basadas en sus resultados y descubrimientos de investigación. Esta es la mayor dificultad que casi todos los involucrados señalan como un cuello de botella para generar negocios con base en resultados de investigación. En ese sentido, los investigadores insisten en la necesidad de un marco normativo que permita a los investigadores ser par-

te del proceso completo: desde la generación de tecnología y la protección de la propiedad intelectual, hasta el diseño de las empresas, su creación y su funcionamiento. Éste ha sido el recorrido del modelo de empresas exitosas en el sector de BT recientemente en Brasil. Desde 2004, en este país los servidores públicos están autorizados a abrir una empresa o a trabajar en una existente para desarrollar una innovación, dada la necesidad de mejorar ciertas invenciones antes de llegar al mercado y la importancia de que el inventor tenga presencia en ese desarrollo (Costa y Siqueira, 2010).

En los casos analizados, además, ha existido apoyo de instancias intermedias para coordinar las relaciones entre los actores. Las redes analizadas en el estudio de caso confirman que las modalidades políticas, institucionales y organizativas de la intermediación cumplen un doble papel: *i*) la coordinación y mediación con mecanismos que acortan la distancia entre grupos desconectados al proveer información, liderazgo y gestión de actividades conjuntas (Burt, 1999), y *ii*) la construcción de relaciones antes inexistentes mediante la confianza como mecanismo social que les da sustento (Coleman, 1990).

En los dos casos se trata de experiencias de éxito aisladas que muestran tendencias diferentes al marco estructural general del SNI, y son excepcionales en el sector de la BT mexicana, puesto que en ambos se encuentran grupos de investigación que obtienen fondos para vincularse con el sector productivo; los dos reciben apoyos públicos orientados a la CYT y a la innovación; son empresas locales que buscan generar capacidades tecnológicas, de absorción y de innovación apoyándose en la ciencia pública como fuente externa de conocimiento, y generan procesos virtuosos de producción conjunta de conocimientos con apoyo de emprendedores nacionales orientados a la innovación.

El conocimiento de calidad mundial que los investigadores y profesionales del área de BT generan en el país no se traduce

en tecnologías transferibles y explotables comercialmente. La escasa producción de patentes en BT no supone que las empresas que no cuentan con patentes sean de menor calidad que las que las tienen, pero es indicativa de que en el mediano y largo plazos las empresas que no innoven ni protejan su conocimiento tenderán a rezagarse en materia de eficiencia, productividad y diversificación de mercados (CIBA-IPN, 2010).

El PECYT 2008-2012 diagnostica sobre la necesidad de promover la articulación y vinculación como medio de impulso al sector nacional en BT. Sin embargo, las acciones señaladas son imprecisas y la propuesta general es incompleta con relación a los incentivos que se promueven para generar conductas favorables al desarrollo de la BT en México (Amaro y Morales, 2010).

Al igual que en otros varios países de América Latina, existe en México una gran cantidad de pequeños grupos de investigación sobre temas específicos, e incluso una amplia gama de programas establecidos en una gran variedad de instituciones. De esta forma, al habitual problema de la escasez de fondos dedicados a la I+D se suman las dificultades de coordinación en el propio sector público para crear programas sustantivos y más específicos para el sector. Por su parte, las iniciativas coordinadas entre empresas, universidades, institutos, centros de investigación y sus grupos y las secretarías que se relacionan con el sector de BT son escasas y limitadas, con lo que se abre un espacio adicional para las políticas públicas en el plano de la coordinación y concentración de esfuerzos (CEPAL, 2008).

La posibilidad de potenciar las capacidades existentes en el sector de la BT nacional podrá ayudar a mejorar la baja producción nacional de las patentes relativas, el escaso grado de emprendurismo de los generadores de conocimientos en CYT y la falta de incentivos a la creación de empresas dedicadas a la BT (CIBA-IPN, 2010). En ese sentido, la coordinación política es clave para enfrentar los desafíos centrales para el desarrollo

de la BT en México. Esos desafíos exigen aprovechar la capacidad de los grupos de investigación, los programas públicos de apoyo a la transferencia, algunas organizaciones intermedias especializadas y una mayor vocación emprendedora observada en la generación de investigadores más reciente, especialmente de los jóvenes doctorados en el extranjero.

Por tanto, este estudio buscó aportar evidencia empírica sobre los factores decisivos que determinan el éxito o fracaso de procesos de transferencia entre ciencia e industria. La identificación de esos elementos puede ayudar a reducir los obstáculos y diseñar una normatividad acorde a las necesidades de los agentes, a transmitir confianza a los actores sobre la viabilidad de la transferencia, y a facilitar cambios mediante diagnósticos acerca de los obstáculos reales encontrados.

Esos elementos críticos esperan, además, distinguir los elementos que conforman buenas prácticas que permitan alimentar futuros debates sobre el desarrollo de la CYT en México, una vez que se asume que la posibilidad del aprendizaje sobre políticas públicas en el sector, y de un debate más amplio aún no planteado en el país, requiere tener conocimiento sobre tales procesos. La consideración de estos aspectos es clave para orientar más efectivamente las políticas de investigación e innovación en México en torno a una visión real de cómo conducir el desarrollo futuro de la CYT nacional.

Bibliografía

- Agrobiopolo, 2011, “Vincular es nuestro campo”, disponible en <http://www.agrobiopolo.com.mx/>. Consultado el 20 de septiembre de 2011.
- Agroenzymas, 2011, “Agroenzymas México”, en <http://www.agroenzymas.com.mx/>. Consultado el 20 de septiembre de 2011.

- Amaro, Marcela y Mario Morales, 2010, “La biotecnología en México, una aproximación desde los sistemas sectoriales de innovación”, *Ideas Concyteg*, 64, 5, Guanajuato, Concyteg, octubre, pp. 1224-1246.
- Arocena, Rodrigo y Judith Sutz, 2000, “Looking at National Systems of Innovation from the South”, *Industry and Innovation*, 7, 1, pp. 55-75.
- Arvanitis, Spyros, Ursini Kubli y Martin Wörter, 2005, “Determinants of Knowledge and Technology Transfer Activities between Firms and Science Institutions in Switzerland: An Analysis Based on Firm Data”, Swiss Institute for Business Cycle Research Working Papers núm. 116, Suiza.
- Benner, Steven y A. Michael Sismour, 2005, “Synthetic Biology”, *Nature Reviews Genetics*, 6, pp. 533-543.
- BioSintetica, 2011, “Asociación Mexicana de Biología Sintética A.C”, en http://www.biosintetica.mx/?locale=es_MX. Consultado el 20 de septiembre de 2011.
- Bolívar, Francisco (coord. gen.), 2003, *Recomendaciones para el desarrollo y consolidación de la biotecnología en México*, Conacyt/UNAM/AMC, México.
- , 2008, “Creación y consolidación del Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología y su transformación en el Instituto de Biotecnología de la UNAM”, en *Una ventana al quehacer científico*, IBT-UNAM, México, pp. 13-20.
- Bozeman, Barry, 2000, “Technology Transfer and Public Policy: A Review of Research and Theory”, *Research Policy*, 29, pp. 627-655.
- Breschi, Stefano, Franco Malerba y Luigi Orsenigo, 2000, “Technological Regimes and Schumpeterian Patterns of Innovation”, *The Economic Journal*, vol. 110, núm. 463, pp. 388-410.
- Burt, Roland, 1999, “Entrepreneurs, Distrust, and Third Parties: A Strategic Look at the Dark Side of Dense Networks”, en L. L. Thompson, J. M. Levine y D. M. Messick (comps.), *Shared*

- Cognition in Organizations: The Management of Knowledge*, Erlbaum, Mahwah (N. J.), pp. 213-43.
- Casalet, Mónica y Federico Stezano, 2009, “Cambios institucionales para la innovación: nuevos instrumentos de política científica y tecnológica. El caso del Consorcio Xignux-Conacyt”, en Daniel Villavicencio y Pedro López de Alba (coords.), *Sistemas de innovación en México: regiones, redes y sectores*, Concyteg/Red CCS/Conacyt/Plaza y Valdés, México, pp. 187-216.
- Casalet, Mónica y Daniel Villavicencio, 2008, “Panorama del desarrollo de la CTI en México: Políticas públicas, instituciones y principales agentes”, Reporte BID, Washington, D. C. Inédito.
- Casalet, Mónica, 2010, “Velos y desvelos entre el poder y la ciencia”, *Innovación RICEC*, 2,1, en http://ricec.info/images/stories/articlerevue/volume2_N1/article/IRICEC3_-_MONICA_CASALET.pdf. Consultado el 20 de septiembre de 2011.
- Casas, Rosalba, Rebeca Gortari y Matilde Luna, 2000, “University, Knowledge Production and Collaborative Patterns”, en Mario Cimoli (comp.), *Developing Innovation Systems. México in a Global Context*, Continuum, Londres, pp. 154-172.
- Castellacci, Fulvio, 2007, “Technological Paradigms, Regimes and Trajectories. Manufacturing and Service Industries in a New Taxonomy of Sectoral Patterns of Innovation”, Norwegian Institute of International Affairs, Working Papers 719, en http://www.nupi.no/content/download/1455/39202/version/3/file/WP_719-Castellacci.pdf. Consultado el 20 de septiembre de 2011.
- Cecype, 2011, “Cecype Drug Development & Research Company”, en <http://www.cecype.com/inicio.html>. Consultado el 3 de noviembre de 2011.
- Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (CIBA-IPN), 2010, *La biotecnología en México: situación de la biotecnología en el mundo y situación de la biotecnología en México y su*

- factibilidad de desarrollo*, México, Secretaría de Economía, en <http://www.economia.gob.mx/swb/es/economia/Biotecnologia>. Consultado el 20 de septiembre de 2011.
- Centro de Investigación y Estudios Avanzados, Unidad Irapuato (Cinvestav), 2011, en <http://www.ira.cinvestav.mx>. Consultado el 20 de septiembre de 2011.
- Chataway, Joanna, Joyce Tait y David Wield, 2004, "Understanding Company R&D Strategies in Agro-biotechnology: Trajectories and Blind Spots", *Research Policy*, 33, pp. 1041-1057.
- Cimoli, Mario (comp.), 2000, *Developing Innovation Systems. México in a Global Context*, Continuum, Londres.
- , 2005, "Redes, estructuras de mercado y shocks económicos. Cambios estructurales en los sistemas de innovación en América Latina", en Mónica Casalet, Mario Cimoli y Gabriel Yoguel (comps.), *Redes, jerarquías y dinámicas productivas*, Flacso-México/OIT/Miño y Dávila, Buenos Aires.
- , João Ferraz y Analissa Primi, 2009, "Science, Technology and Innovation Policies in Global Open Economies: Reflections from Latin America and the Caribbean", *Globalization, Competitiveness & Governability*, 3, 1, Georgetown University, pp. 32-60.
- Coleman, James, 1990, *Foundations of Social Theory*, Belknap Press of Harvard University Press, Massachusetts.
- Colyvas, Jeannette, Michael Crow, Annetine Gelijns, Roberto Mazzoleni, Richard Nelson, Nathan Rosembeg y Bhaven N. Sampat, 2002, "How Do University Inventions Get Into Practice?", *Management Science*, 48, 1, pp. 61-72.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2008, *La transformación productiva 20 años después. Viejos problemas, nuevas oportunidades*, Santiago de Chile.
- Coriat, Benjamín y Oliver Weinstein, 2004, "National Institutional Frameworks, Institutional Complementarities and Public Policy", en Franco Malerba (ed.), *Sectoral Systems of Innovation*, Cambridge University Press, Londres, pp. 325-347.

- Costa, Luciano y Marcia Siqueira, 2010, "Technology Transfer from Universities and Public Research Institutes to Firms in Brazil: What is Transferred and how the Transfer is Carried Out", Universidad Federal de Goias, Working Paper 14, Goias.
- D'Este, Pablo y Pari Patel, 2007, "University-Industry Linkages in the UK: What Are the Factors Underlying the Variety of Interactions with Industry?", *Research Policy*, 36, pp. 1 295-1 313.
- D'Este, Pablo y Markus Perkmann, 2007, "Why do Academics Collaborate with Industry? A Study of the Relationship between Motivations and Channels of Interaction", en <http://www2.druid.dk/conferences/viewpaper.php?id=500432&cf=32>. Consultado el 20 de septiembre de 2011.
- Dahl, Michael y Christian Pedersen, 2002, *Knowledge Flows through Informal Contacts in Industrial Clusters: Myths or Realities?*, en http://www.druid.dk/wp/pdf_files/03-01.pdf, consultado el 20 de septiembre de 2011.
- Dalp, Robert, 2003, "Interaction between Public Research Organizations and Industry in Biotechnology", *Managerial and Decision Economics*, 24, 2/3, pp. 171-185.
- Diario Oficial*, 2009, "Se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley de Ciencia y Tecnología", 12 de junio de 2009.
- Ebers, Mark y Walter Powell, 2007, "Biotechnology: Its Origins, Organization, and Outputs", *Research Policy*, 36, pp. 433-437.
- Edquist, Charles (comp.), 1997, *Technologies, Institutions and Organizations*, Printer, Londres.
- Esping-Andersen, Gosta, 1990, *The Three Worlds of Welfare Capitalism*, Princeton University, Estados Unidos, .
- , 2000, *Fundamentos sociales de las economías postindustriales*, Ariel, Barcelona.
- Etzkowitz, Henry, 2002, *The Triple Helix of University-Industry-Government. Implications for Policy and Evaluation*, Institutet för Studier Av Utbildning och Forskning, Estocolmo.

- Feldman, Maryann y Maryellen Kelley, 2006, "The Ex Ante Assessment of Knowledge Spillovers: Government R&D Policy, Economic Incentives and Private Firm Behaviour", *Research Policy*, 35, pp. 1 509-1 521.
- Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCYT), 2006, *Diagnóstico de la política científica, tecnológica y de fomento a la innovación en México (2000-2006)*, en http://www.foroconsultivo.org.mx/libros_editados/diagnostico.pdf. Consultado el 20 de septiembre de 2011.
- Genoma España, 2005, "Biología Sintética: Informe de Vigilancia Tecnológica", España, Fundación Española para el Desarrollo en la Investigación Genómica y Proteómica.
- Godin, Benoît, 2009, "Making Science, Technology and Innovation Policy: Conceptual Frameworks as Narratives", *Innovación RICEC*, 1, 1, en http://ricec.info/images/stories/articulerevue/b_godin_3iricec_042009.pdf. Consultado el 20 de septiembre de 2011.
- González, Rosa y Rodolfo Quintero, 2008, "Biotecnología e innovación en México, ¿por qué ha pasado tan poco?", Congreso SinnCo 2008, en http://octi.guanajuato.gob.mx/sinnco/formulario/MT/MT2008/MT6/SESION2/MT6_GONZALEZ_QUINTERO.pdf. Consultado el 3 de noviembre de 2011.
- Guston, David, 2000, *Between Politics and Science. Assuring The Integrity and Productivity of Research*, Cambridge University Press, Nueva York.
- Gutman, Graciela y Pablo Lavarello, 2010, "Nuevos paradigmas tecnológicos y políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación: los casos de la moderna biotecnología y la nanotecnología", *Pensamiento Iberoamericano*, 5, 2, pp. 173-194.
- , 2008, "Biotecnología y desarrollo. Avances de la agrobiotecnología en Argentina y Brasil", *Economía: Teoría y Práctica*, 27, pp. 19-39.
- Hall, Peter y David Soskice, 2001, *Varieties of Capitalism: The Institutional Foundations of Comparative Advantage*, OUP, Londres.

- Howells, Jeremy, 2006, "Intermediation and the Role of Intermediaries in Innovation", *Research Policy*, 35, 5, pp. 715-728.
- Jaffe, Adam y Manuel Trajtenberg, 1996, "Flows of Knowledge from University and Federal Laboratories", *Proceedings of the National Academy of Science*, 93, pp. 12671-12677.
- , 2002, *Patents, Citations & Innovation. A Window on the Knowledge Economy*, MIT Press, Cambridge.
- Jaffe, Adam, Rebecca Henderson y Manuel Trajtenberg, 1993, "Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations", *Quarterly Journal of Economics*, 108, pp. 557-598.
- Joly, Pierre-Benoit y Marie-Angele de Looze, 1996, "An Analysis of Innovation Strategies and Industrial Differentiation through Patent Applications: The Case of Plant Biotechnology", *Research Policy*, 25, pp. 1027-1046.
- Kivinen, Osmo y Jukka Varelius, 2003, "The Emerging Field of Biotechnology. The Case of Finland", *Science, Technology & Human Values*, 28, 1, pp. 141-161.
- Lam, Alice, 2004, "Modelos societales alternativos de aprendizaje e innovación en la economía del conocimiento", *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 171, en <http://www.oei.es/salactsi/lam.pdf>. Consultado el 20 de setiembre de 2011.
- Landry, Rejean, Nabil Amara e Imad Rherrad, 2006, "Why Are some University Researchers more likely to Create Spin-offs than Others? Evidence from Canadian Universities", *Research Policy*, 35, 10, pp. 1599-1615.
- Landsteiner, 2011, "Quiénes somos", *Landsteiner Scientific*, en <http://www.landsteiner.com>. Consultado el 20 de setiembre de 2011.
- Latipnet, 2011, "From Knowledge to Wealth", en <http://www.latipnet.org/web/latipnet-en/index.cfm>. Consultado el 20 de setiembre de 2011.
- Lesemann, Fredric, 2007, "Sistemas nacionales de innovación y regímenes institucionales", en Federico Stezano y Gabriel Vélez (comps.), *Propuestas interpretativas para una economía basada*

- en el conocimiento*, Miño y Dávila, Buenos Aires, pp. 66-110.
- Malerba, Franco, 2004, *Sectoral systems of innovation. Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe*, Cambridge University Press, Londres.
- Mittelstädt, Axel y Fabienne Cerri, 2008, “Fostering Entrepreneurship for Innovation”, Science, Technology and Industry Working Papers 2008/5, Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), París.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), 2007, *Science, Technology and Industry Scoreboard 2007. Innovation and Performance in the Global Economy*, París.
- , 2008, *Science and Technology Outlook 2008*, París.
- , 2009a, *The Bioeconomy to 2030. Designing a policy agenda*, París.
- 2009b, *15 Mexican States. Reviews of Regional Innovation*, París.
- , 2009c, *Mexico. Reviews of Innovation Policy*, París.
- Perkmann, Markus y Kathryn Walsh, 2008, “How Firms Source Knowledge From Universities: Partnering Versus Contracting”, en J. Bessant y T. Venables (comps.), *Creating Wealth from Knowledge: Meeting the Innovation Challenge*, Edward Elgar, Cheltenham, pp. 273-296.
- Sáenz Menéndez, Luis, 2008, *Estudio comparativo de los sistemas de innovación de México y España*, ADIAT, México.
- Schneider, Ben, 2009, “Hierarchical Market Economies and Varieties of Capitalism in Latin America”, *Journal of Latin American Studies*, 41, pp. 553-575.
- y David Soskice, 2009, “Inequality in Developed Countries and Latin America: Coordinated, Liberal and Hierarchical Systems”, *Economy and Society*, 38, 1, pp. 17-52.
- Shinn, Terry y Erwan Lany, 2006, “Paths of Commercial Knowledge: Forms and Consequences of University-Enterprise Synergy in Scientist-Sponsored Firms”, *Research Policy*, 35, pp. 1465-1476.

- Siosi, 2011, “Siosi México”, en <http://www.siosi.com.mx/>. Consultado el 20 de septiembre de 2011.
- Solleiro, José Luis y Adriana Briseño, 2003, “Propiedad intelectual II: El caso de la biotecnología en México”, *Interciencia*, 28, 2, pp. 90-94.
- Stads, Gert-Jan, Georgel Moctezuma López, José Espinosa, Venancio Cuevas y José Jolalpa, 2008, “Agricultural Science and Technology Indicators. Mexico”, *ASTI Country Brief*, 41, diciembre.
- Stezano, Federico, 2010, “La transferencia de conocimientos y tecnología como proceso multi-dimensional”, *Revista Innovación RICEC*, 2, 1. Disponible en http://ricec.info/images/stories/articlerevue/volume2_N1/article/IRICEC3_-_STEZANO.pdf. Consultado el 20 de septiembre de 2011.
- STRATA, 2004, “Good Practices for the Management of Multiactors and Multimeasures Programmes (MAPS) in RTDI Policy. The Handbook”, Austria, TIG.
- Unión Europea, 2001, “Benchmarking Industry-Science Relations. The Role of Framework Conditions. Final Report”, Viena.
- University of California, San Diego, 2008, “Borderless Biotech & Mexico’s Emerging Life Sciences Industry”, *Biotechnology Journal*, 3, pp. 1131-1134.
- , 2007, *The Life Sciences: A New Path to Prosperity for California and Mexico*, San Diego Dialogue-Division of Extended Studies and Public Programs- University of California, San Diego.
- Van der Meulen, Barend, 2007, “Workshop Intermediaries Organisation and Processes”, Report for PRIME Review 2007, en http://www.prime-noe.org/Local/prime/dir/Projects/WIOP/WIOP_REPORT.pdf. Consultado el 20 de septiembre de 2011.
- Van Lente, Harro, Marko Hekkert, Ruud Smits y Bas Van Waveren, 2003, “Roles of Systemic Intermediaries in Transi-

- tion Processes”, *International Journal of Innovation Management*, 7, 3, pp. 1-33.
- Vanloqueren, Gaetan y Philippe Baret, 2009, “How Agricultural Research Systems Shape a Technological Regime that Develops Genetic Engineering but Looks out Agroecological Innovations”, *Research Policy*, 38, pp. 971-983.
- Villavicencio, Daniel (comp.), 2006, *La emergencia de dinámicas institucionales de apoyo a la industria maquiladora de México*, Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco/Porrúa, México.
- , 2008, “Cambios institucionales y espacios para la investigación científica y la innovación en México”, en Giovanna Valenti (coord.), *Ciencia, tecnología e innovación. Hacia una agenda de política pública*, Flacso México, pp. 93-122.
- Viniegra, Gustavo, 2009, “Reseña de la biotecnología mexicana”, *Enciclopedia de las Ciencias y la Tecnología en México*, en <http://www.izt.uam.mx/cosmosecm/BIOTECNOLOGIA.html>. Consultado el 20 de septiembre de 2011.
- Webber, David, 1995, “The Emerging Federalism of U.S. Biotechnology Policy”, *Politics and the Life Sciences*, 14, 1, pp. 65-72.
- Whitley, Richard, 1999, *Competing Capitalisms*, Edward Elgar, Londres.
- Yusuf, Shahid, 2007, “University-Industry Links. Policy dimensions”, en Shahid Yusuf y Kaoru Nabeshima (eds.), *How Universities Promote Economic Growth*, Banco Mundial, Washington, pp. 1-25.