

Stezano Pérez, Federico Andrés

Construcción de redes de transferencia ciencia-industria en el sector de biotecnología en México. Estudio de caso sobre las vinculaciones tecnológicas entre investigadores de CINVESTAV Irapuato y LANGEPIO y empresas del sector agro-biotecnológico.

Estudios Sociales, vol. XX, núm. 39, enero-junio, 2012, pp. 9-38

Coordinación de Desarrollo Regional

Hermosillo, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41723281001>



Estudios Sociales,

ISSN (Versión impresa): 0188-4557

estudiosociales@ciad.mx

Coordinación de Desarrollo Regional

México



Construcción de redes de transferencia ciencia-industria en el sector de biotecnología en México.

Estudio de caso sobre las vinculaciones tecnológicas entre investigadores de CINVESTAV Irapuato y LANGEBIO y empresas del sector agro-biotecnológico.

Construction of knowledge transfer networks in the biotechnology sector in Mexico.

A case study of technological linkages between researchers of CINVESTAV-Irapuato and LANGEBIO and companies of the agro-biotechnology sector.

*Federico Andrés Stezano Pérez**

Fecha de recepción: diciembre de 2010
Fecha de aceptación: agosto de 2011

*Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Cuajimalpa
Dirección para correspondencia: fstezano@gmail.com

Resumen / Abstract

El artículo aborda la temática de la vinculación entre la ciencia y la industria para la transferencia de conocimientos en México. Con base en el caso de las interacciones desarrolladas en torno a grupos de investigación de un centro federal de investigación (CINVESTAV Irapuato) y empresas de agro biotecnología, se analizan sus modalidades de interacción desde canales de transferencia informales, formales y de comercialización. El artículo argumenta sobre el carácter aislado y exitoso de las redes analizadas. Por una parte, el estudio corrobora que la construcción de redes ciencia-industria es excepcional en un sistema nacional de innovación que no logra conformar dinámicas habituales de interacción para el flujo de conocimientos entre sus agentes, ni definir sectores prioritarios de desarrollo innovador. Asimismo, el caso evidencia la relevancia de la intermediación desde mecanismos organizacionales y programas públi-

This article addresses the thematic of the science-industry relationships for the knowledge transfer in Mexico. The research is based on the case study of interactions developed between research groups of a federal research center (CINVESTAV Irapuato) and agro-biotechnology companies, analyzing their patterns of interaction from informal, formal and commercial-based transfer channels. The paper argues about the isolated and successful profile of these networks. On the one hand, the study confirms that the construction of science-industry networks is exceptional in a national innovation system incapable to construct dynamic interactions that favor knowledge flows among its main innovation agents, and to define priority areas for innovative development. Also, the case shows the importance of intermediation from organizational mechanisms and public programs of S&T to shape new types of relationships between



cos en la configuración de nuevos tipos de relaciones entre actores, así como el carácter relacional de la transferencia tecnológica y de conocimientos.

Palabras clave: innovación, redes de transferencia, intermediación, biotecnología.

actors, and also the relational character of the technology and knowledge transfer.

Key words: innovation, transfer networks, intermediation, biotechnology.

1. Introducción

El siguiente trabajo indaga sobre la construcción de redes de transferencia tecnológica y de conocimientos entre ciencia e industria en México. En particular, el estudio analiza experiencias de vinculación entre empresas de biotecnología (BT) y grupos de investigación de dos unidades del Centro de Investigaciones Avanzadas (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), en Irapuato, Guanajuato.

La investigación asume como supuesto clave que las redes ciencia-industria para la transferencia (entendidas como interacciones de conocimientos entre organizaciones diferentes) y los procesos de intermediación que las posibilitan, manifiestan características más generales de los sistemas nacionales de producción e innovación. Por ende, el trabajo se plantea como problema de investigación indagar cómo determinadas condiciones políticas, tecnológicas, relacionales, institucionales, organizacionales y culturales, a nivel nacional, configuran ciertos tipos de formas de vinculación para la transferencia entre ciencia e industria. Ante ese problema de investigación, se delimita a las organizaciones y procesos intermediarios que intervienen positiva o negativamente en los modos de vinculación en México, como su objeto de estudio. A partir de ese objeto de investigación, se plantea la siguiente pregunta central de investigación: ¿Cuáles mecanismos y procesos de intermediación pueden favorecer la creación y desarrollo de redes ciencia-industria para la transferencia efectiva de conocimientos y tecnología en México?

El trabajo parte del supuesto de que el relacionamiento entre ciencia e industria para la transferencia es mediado de manera creciente por mecanismos organizacionales e institucionales que generan, fortalecen y dan continuidad a dichos vínculos. En virtud de lo anterior, se plantea como hipótesis a la pregunta de investigación que la creación, desarrollo y consolidación de



redes ciencia-industria para la transferencia en México, requiere de diversos tipos de organizaciones intermedias e iniciativas públicas, privadas y mixtas en Ciencia y Tecnología (cyT), que permitan complejizar la estructura institucional y organizacional y una coordinación más efectiva de las relaciones entre ambos actores. En ese marco, se tiene por objetivo estudiar cómo se presentan algunas de las nuevas tendencias de interacción entre actores clave de la innovación, en el contexto de una nueva etapa en los actores y los programas públicos de cyT en México.

La primera sección aborda debates recientes sobre la temática de la transferencia de conocimientos entre ciencia e industria en la economía del conocimiento. En la segunda, se analiza a la BT como sector tecnológico y su estado actual en México. La tercera, presenta los rasgos centrales en la conformación de las redes de transferencia detectadas en el estudio de caso. La cuarta, quinta y sexta secciones muestran el análisis de redes de transferencia entre empresas e investigadores de CINVESTAV UI y LANGEBIO. El trabajo concluye destacando las dinámicas que han favorecido el desarrollo de las experiencias y se reflexiona sobre los factores críticos que han permitido vinculaciones para la transferencia entre ciencia e industria.

2. Procesos y canales de transferencia entre ciencia e industria y la coordinación de sus vínculos

En el artículo, el tema de investigación son las redes de transferencia de conocimientos entre ciencia e industria. La transferencia de conocimientos y tecnología¹ puede definirse como las interacciones cooperativas de información, conocimiento y tecnología que establecen dos o más organizaciones para trasladar *know-how*, conocimiento técnico, científico y/o tecnología de una configuración organizacional a otra (Stezano, 2010).

La noción de transferencia implica tres tipos de canales de difusión de tecnología y/o conocimientos: informal, formal y de comercialización. El canal informal incluye las interacciones personales establecidas sin que medien en ellas relaciones organizacionales formales (Dahl y Pedersen, 2002). El canal formal implica la transmisión de conocimientos (i) codificados por medios formales, como publicaciones, reportes y conferencias; y (ii) tácitos vía capital humano, tales como acuerdos organizacionales formales para la movilidad de personal y el entrenamiento de fuerza laboral (Arvanitis et al., 2005). El canal de comercialización, finalmente, refiere a intercambios basados en actividades científicas con una orientación comercial sobre procesos o productos específicos: empresas de base científica, contratos de investigación, asesorías, patentes, licencias (Perkmann y Walsh, 2007).

¹ En adelante se denominará al proceso de transferencia de modo genérico, considerando la transferencia tecnológica y la transferencia de conocimientos.



Algunos estudios definen a la transferencia como un proceso de comercialización de derechos de propiedad intelectual vía acuerdos de propiedad de patentes, *spin-offs* académicos, e ingresos derivados de licencias y regalías derivadas de tecnologías creadas en la academia (Jaffe et al., 1993; Jaffe y Trajtemberg, 1996 y 2002).

Otros estudios han cuestionado esa visión. Por ejemplo, Colyvas et al. (2002) muestran que, aunque se considere a las patentes como el eje de la transferencia, la falta de protección de la propiedad intelectual no limita el uso y/o comercialización de invenciones universitarias. Costa y Siqueira (2010), para el caso de Brasil, señalan que los derechos de propiedad intelectual son un medio de transferencia mucho menos usado que las publicaciones, reportes, consultorías, conversaciones informales, o el entrenamiento de personal. También las investigaciones de D'Este y Patel (2007) y de D'Este y Perkmann, (2007) señalan que pocas interacciones universidad-industria están motivadas por el prospecto de innovaciones comerciales, donde existe un patrón heterogéneo de motivos para la vinculación que exceden a las materiales.

Lo anterior permite asumir el carácter complejo y diverso de la transferencia, carácter que se refleja en diversos factores que actúan como incentivos que fomentan, y barreras que inhiben, las vinculaciones entre ciencia e industria. Esos factores 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 (Unión Europea et al., 2001).

Dada esa complejidad de desafíos, que supone la vinculación ciencia-industria, la comprensión de los las motivaciones diversas de los actores que han actuado como incentivo u obstáculo hacia la interacción con su par no-científico o no-industrial, requiere examinar las soluciones de coordinación que se han implementado para favorecer esas relaciones. Dado el carácter de la innovación, su coordinación es un factor crítico de éxito o fracaso en los procesos de transferencia ciencia-industria. En un nivel macro, la coordinación se relaciona con patrones históricos de regulación (como noción implícita en el concepto de régimen) a nivel institucional y tecnológico. La estructura institucional y tecnológica nacional influye sobre (i) la orientación del sistema de ciencia pública, el desarrollo de sus capacidades de absorción, la organización del entrenamiento para la investigación y su flexibilidad para desarrollar metas y enfoques novedosos; (ii) la orientación general del sector industrial, especialmente manifiestas en su papel sobre y visión de estrategias nacionales de desarrollo; (iii) las características generales de las políticas públicas con el fin de promover contactos ciencia-industria con el fin de la transferencia; y (iv) la capacidad del régimen para generar innovaciones organizacionales que actúen como interfases que promuevan los contactos para la transferencia entre ciencia e industria

Tabla 1. Tipos de incentivos y obstáculos a la vinculación

		Ciencia	Industria
Tipo de incentivos	No materiales: aprendizaje	Incremento de la capacidad de producción y difusión de conocimiento: (i)- aumento de las capacidades de los académicos para resolver problemas tecnológicos concretos; (ii)- exposición a nuevos temas de investigación; (iii)- comprensión del contexto de aplicación de la investigación; (iv)- avance en temas clave de investigación; (v)- volverse parte de una red.	Acceso a nuevo conocimiento: (i)- aumento de las capacidades de aprendizaje organizacional, a partir de los avances técnicos de otras organizaciones; (ii)- acceso indirecto al <i>know-how</i> de empresas competidoras.
	Materiales: acceso a recursos	(i)- Financieros: fomento al financiamiento público y privado a la investigación, (ii)- uso de tecnologías (artefactos, información, equipos, materiales) sin costo adicional.	(i)- Acceso a recursos complementarios de i+d; (ii)- reducción de riesgos e inversión y ampliación en la duración en los proyectos de i+d.
	Materiales: comercialización	(i)- Búsqueda de ingresos personales adicionales. (ii)- obtención de derechos de propiedad intelectual.	Apertura de nuevos campos de negocios.
Tipo de obstáculos	Objetivos y culturas divergentes	Libertad de investigación como impedimento hacia la investigación industrialmente orientada.	Orientación a corto plazo en las estrategias de negocios.
		Orientación de la i+d poco atractiva para las empresas.	Rechazo al uso de conocimiento externo y escaso interés en proyectos científicos.
	Asimetrías informativas	Evaluación de la investigación según criterios puramente académicos.	Falta de capacidades de absorción y de gestión de la innovación.
	Costos de transacción	Múltiples regulaciones burocráticas y falta de apoyo administrativo en relación a derechos de propiedad intelectual.	Escaso personal calificado.
		Imposibilidad de comercializar los resultados de la i+d, falta de espíritu emprendedor	Escaso equipamiento técnico.
		Falta de recompensas a la comercialización de resultados de investigación.	Falta de recursos financieros para actividades de transferencia.
	Incertidumbres sobre el resultado de la vinculación	Conductas adversas al riesgo.	Miedo a perder conocimiento confidencial, incertidumbres derivadas de compartir información con otras organizaciones.
Falta de interfases organizacionales, como oficinas de transferencia.		Falta de confianza, miedo a perder reputación.	

Fuente: elaboración propia con base en: Feldman y Kelley, 2006; Rogers et al., 1998; UE, 2001; Balconi y Laboranti, 2006; D'Este y Patel, 2007; D'Este y Perkmann, 2007; UE, 2001; Arvanitis et al., 2005.



Por su parte, a nivel micro la coordinación se deriva de la calidad y del patrón de vinculación entre los actores relacionados. El grado de fortaleza y continuidad de esos vínculos les permite establecer soluciones organizacionales más o menos acordes a los desafíos de innovación a enfrentar (redes, mercados o jerarquías). Entre ambos niveles y vinculándolos, se halla un nivel meso que refiere a los procesos organizacionales de intermediación que permiten la vinculación de actores para la innovación.

En el desempeño de los sistemas de innovación son clave los roles de los intermediarios, especialmente los de conocimiento. Éstos tienden puentes entre las partes de los sistemas y facilitan sus relaciones. Los procesos de intermediación tienen una creciente importancia en los procesos y tendencias de cambio de los sistemas de CyT a diversos niveles de agregación social; particularmente desde programas públicos en CyT. De igual modo, las organizaciones intermedias son también una instancia consolidada que emprende e impulsa cambios a nivel organizacional y de prácticas. El análisis de las redes de transferencia, desarrollado en este artículo, atiende especialmente a la influencia de estas organizaciones intermedias y programas de CyT sobre el desarrollo de redes de transferencia entre ciencia e industria para el estudio de caso desarrollado en el sector de biotecnología en México.

3. La BT agrícola como sector tecnológico y su desarrollo en México

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 la producción primaria² pueden ser factor de impulso económico en los próximos veinte años (OECD, 2009a).

El estudio se basa en el sector de agro-BT, que se caracteriza por la fuerte complementariedad entre investigación fundamental y aplicada, generándose así 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 (fondos a proyectos, infraestructuras y formación de capital humano capacitado) ha sido otro factor de impulso a la agro-BT (Webber, 1995; Kivinen y Varelius, 2005).

En este sector tecnológico, las universidades suelen iniciar la investigación que consolida trayectorias tecnológicas,³ y las empresas *start-up* se

² La producción primaria refiere a recursos naturales vivos -selvas, cultivos de plantas, ganado, insectos, peces y otros recursos marinos- (OECD, 2009a). En 2005, del total de ventas e inversiones en i+d en BT, el sector de agro-BT agrupó el 6% y 4% de los totales (Gutman y Lavarello, 2010).

³ Más de 70% de las publicaciones realizadas en Estados Unidos citadas en patentes de BT agrícola son realizadas por investigadores de universidades de ese país, lo cual puede considerarse como una buena forma de medir la importancia de la ciencia pública (Vanloqueren y Baret, 2009).



especializan en convertir la investigación básica en innovaciones aplicadas para que luego las grandes empresas concentren los desarrollos posteriores. El sector privado es un actor de gran relevancia 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). Así forman alianzas estratégicas de negocios, configurándose en centros coordinadores de redes especializadas en BT (Gutman y Lavarello, 2008). Compañías como Monsanto o Syngenta tomaron como decisión estratégica orientar sus actividades de i+d hacia la ingeniería genética en los ochenta, y adquirir empresas desde los años noventa. Entre 1976 y 2000 las empresas invirtieron más en biotecnologías agrícolas modernas que en otras innovaciones biológicas patentables como el biocontrol de plagas y enfermedades. Así, por ejemplo, tres de cada cuatro patentes de BT agrícola en Estados Unidos (EE.UU.) pertenecen al sector privado (Vanloqueren y Baret, 2009).

La BT se ha distinguido por su estructura distintivamente relacional, ya que descansa en la ciencia universitaria, el capital de riesgo, las capacidades productivas y de marketing de las empresas globales, y las habilidades de las *start-ups*. Como estas habilidades relevantes rara vez se encuentran en una sola configuración, el nivel de la coordinación institucional cobra un papel determinante.

La coordinación institucional ha sido, precisamente, un problema clave que ha obstaculizado el desarrollo de la BT en México. Por una parte, existe un importante capital humano en BT en el país: más de cien instituciones de investigación, más de 750 investigadores (Bolívar, 2003), cerca de cien programas de posgrado, 40 de ellos doctorales (Genoma España, 2005). En las distintas actividades de i+d en BT interactúan el Instituto de Investigaciones de la Secretaría de Agricultura -INIFAP-, varios Centros públicos de investigación de CONACYT y las instituciones de educación superior más relevantes: UAM, CINVESTAV, IPN y UAM (Amaro y Morales, 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 veinte 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 con el impacto bibliográfico promedio de todos los artículos científicos mexicanos desde 1974, que es menor de diez citas por artículo (Viniestra-González, 2009). En la última década, el número de publicaciones científicas sobre ciencias de la vida ha sido el doble en áreas como las ciencias de las plantas y animales. Ésta, muestra niveles de calidad de alto nivel mundial: las publicaciones nacionales en ciencias de las plantas y animales se citan 42% más que el promedio mundial (UCSD, 2007: 6).

En términos de infraestructura, alrededor de 45 organizaciones cuentan con algún equipamiento necesario para la investigación en BT o para las pruebas de ciertas tecnologías potenciales, aunque se nota la falta de plantas piloto (Amaro y Morales, 2010: 1238). Los indicadores convierten a México en el segundo sistema de i+d agrícola de América Latina, detrás de Brasil (Stads et al., 2008).

En relación a las empresas, Amaro y Morales (2010) y Morales et al. (2010), encuentran cerca de 17 empresas multinacionales (EMN) en el área de aplicación de la BT agrícola (bebidas, alimentos, frutas y hortalizas, producción de semillas y de agroquímicos) y otras 16 en áreas relacionadas, básicamente de química y salud. En cuanto a empresas de capital nacional que desarrollan BT en México, pueden distinguirse parcialmente cerca de 68 empresas, 32 del sector agrícola, 12 del sector salud y farmacéutico, 10 del sector medioambiental, 8 de análisis de alimentos, 4 del sector ganadero y animal, 2 del sector agropecuario y 2 de BT orgánica.

Existe, sin embargo, una marcada heterogeneidad entre las empresas que utilizan técnicas y procesos de la BT (generalmente EMN) y las empresas nacionales que, excepcionalmente, desarrollan de modo incipiente algún proceso, que suelen carecer de departamentos propios de i+d, y que recurren a asesorías informales externas sobre sus actividades de innovación (Amaro y Morales, 2010: 1241-1243). En el sector de BT conviven de este modo una mayoría de micro y pequeñas empresas sin laboratorio de i+d; escasos vínculos ciencia-industria, subsidiarias de EMN que dominan la agro-BT, y unas pocas empresas nacionales en el sector farmacéutico (Morales et al., 2010: 14).

En términos generales, las actividades de vinculación entre ciencia e industria para la transferencia en BT repiten el panorama general de México: escasas interacciones entre actores poco habituados a desarrollar colaboraciones formales, informales y/o de comercialización (Casalet, 2010).

Excepto el sector medio-ambiental y el de alimentos, la industria nacional no utiliza casi ninguna BT (González y Quintero, 2008). El sector privado cumple un rol limitado en i+d, contratando al sector público algunas investigaciones, y casi sin desarrollo de actividades propias, las empresas transnacionales 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, por ejemplo, Monsanto es un actor clave en el desarrollo de investigaciones en semillas de maíz y girasol (Stads et al., 2008).

La escasa vinculación se refleja en el bajo número de patentes generadas donde, además, casi todas las otorgadas en México son a extranjeros: 96% de las patentes en BT otorgadas entre 1980 y 2001 en México fueron a extranjeros, principalmente empresas de EE.UU., Japón y Europa. Las empresas que patentan en México lo hacen con motivación comercial de reservación del mercado: 90% de las patentes otorgadas no se explotan (Solleiro y Briseño, 2003).

Aunque el PECYT 2008-2012 diagnostica la necesidad de promover la articulación y la vinculación como medio de impulso al sector nacional en BT (que ha sido desarrollada principalmente desde la ciencia pública), las acciones propuestas son imprecisas, y la propuesta en términos generales es incompleta en relación a los incentivos que se promueven para generar conductas favorables al desarrollo de la BT en México (Amaro y Morales, 2010). La trayectoria del sector, especialmente a partir de las medidas de política del sector de cyT, no han permitido construir una matriz institucional, no logran integrar los incentivos requeridos para una vinculación dinámica de los actores con capacidades de innovación (Morales et al., 2010).

Tabla 2. Datos básicos del sector de agro BT en México

1- Instituciones públicas de investigación en agricultura	Instituciones de investigación agrícola	169
	Agencias federales (institutos descentralizados y sectoriales)	41
	Sector sin fines de lucro	2
	Instituciones de educación superior públicas	126
2- Investigadores del sector agrícola	Investigadores equivalentes de tiempo completo (2006)	4067
	Investigadores equivalentes de tiempo completo (1991)	3365
	Investigadores con estudios de posgrado (maestría)	78%
	Investigadores con estudios de posgrado (doctorado)	38%
3- Gasto en i+d	Gasto en i+d agrícola en 2006 (millones de dólares a precios constantes 2005)	518
4- Patentes	Patentes solicitadas 1994-1996 en total	89
	Patentes solicitadas 1994-1996 en BT	10
	Patentes solicitadas 2004-2006 en total	520
	Patentes solicitadas 2004-2006 en BT	22
5- Ensayos de campo de 2006 a 2008*	Número total	70
	Agronómicos	0
	De resistencia a pesticidas	23
	De calidad de producto	2
	De tolerancia a herbicidas	45
	Realizados por el sector investigativo (universitario, federal y privado)	4
	Realizados por empresas privadas	66
Realizados por empresas mexicanas	3	

Fuente: elaboración propia con base en Stads et al. (2009) y Van Beuzekom y Arundel, 2009.

* Los datos de ensayos de campo informan sobre la cantidad de desarrollo necesario para producir nuevas variedades de plantas modificadas genéticamente y los eventos transgénicos en fase de desarrollo. Los ensayos de campo pueden realizarse por un rasgo genético o por dos o más rasgos al mismo tiempo (rasgos apilados). Hay cuatro clases de rasgos con valor comercial: la tolerancia a los herbicidas comerciales; resistencia a las plagas -virus, bacterias, insectos, hongos-; la mejora de la calidad del producto -tipo de aceites, almidones, azúcares o celulosa en planta-; y mejoras a rasgos agronómicos -rendimiento a la sal, sequía y tolerancia al frío- (Van Beuzekom y Arundel, 2009).



4. Estudio de caso: redes de transferencia en la UI y LANGEBIO de CINVESTAV

4.1. Aspectos metodológicos

Este trabajo indaga en la construcción de redes de transferencia tecnológica y de conocimientos entre ciencia e industria entre empresas de biotecnología (BT) y grupos de investigación de dos unidades del CINVESTAV Irapuato.

El método de investigación se basa en el estudio de campo sociológico situado en el nuevo campo de estudios sociales en CyT. El trabajo parte de dos supuestos de estos estudios: (i) el carácter social y relacional de los procesos económicos y tecnológicos que favorecen de innovación; y (ii) la importancia de las interfases institucionales y organizacionales que se dan en las redes de relaciones sociales donde se configuran tales procesos.

El método se apoya en un tipo de preguntas de investigación abierta y normativa que apela a un modo de indagación exploratorio, descriptivo, prescriptivo y crítico. En ese enfoque se encuentran un número de técnicas pertinentes asociadas, de las que la investigación encuentra un apoyo fundamental en los estudios de caso.

En relación a los métodos para la recolección de información, la investigación opta por el análisis de datos cualitativos derivados de: (i) entrevistas a informantes calificados seleccionados y, (ii) fuentes secundarias relevantes para los casos seleccionados. Las entrevistas recaban la evaluación que los agentes hacen sobre esas dinámicas de interacción y sus resultados; mientras que las fuentes secundarias se utilizan para obtener información sobre las dinámicas de la interacción dentro de las redes ciencia-industria y sus resultados.

4.2 Presentación del caso: trayectorias institucionales de UI y LANGEBIO

CINVESTAV Irapuato reúne en sus instalaciones a la Unidad Irapuato (UI) y al Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad (LANGEBIO). En LANGEBIO hay actualmente 14 investigadores en genómica, mientras que en la UI se encuentran el departamento de Ingeniería Genética con 19 investigadores, y el de BT y Bioquímica con 13 investigadores (CINVESTAV, 2010).

UI inició actividades en 1981. Para 2007, sus programas de maestría y doctorado en BT de plantas, tenían más de 250 graduados (Didou y Remedi, 2008; UCSB, 2008).

UI desarrolla cuatro líneas de trabajo: bioquímica, BT, microbiología y biología vegetal. La trayectoria de UI muestra datos exitosos en relación a productividad en agro-BT, escolaridad de la plantilla, publicaciones, obtención de recursos externos, formación de recursos humanos y vinculación con otros actores locales e IES. Ha contribuido al desarrollo de otros centros de



investigación y posee una capacidad de colaboración que le ha dado visibilidad para CONACYT y organismos estatales de CyT.

Sus resultados, sin embargo, son menos alentadores en investigación aplicada, donde destacan tres tipos de factores: (i) externos, dada la escasa modernización agrícola y las tensiones en torno a la ingeniería genética; (ii) coyunturales, vinculadas al modo en que las políticas de evaluación e incentivos a los investigadores menosprecia la vinculación y la transferencia; e (iii) internos, vinculados a la normatividad del CINVESTAV en torno al desarrollo de las carreras académicas. Los grupos de investigadores, cuyas experiencias han configurado casos de éxito, se vinculan a grupos asociados a un liderazgo individual y opciones de trayectoria académica propia, antes que a una decisión pautada hacia la i+d+i (Didou y Remedi, 2008: 81).

LANGEBIO, por su parte, surge de una propuesta de cuatro expertos en genómica de la UI para desarrollar una unidad de investigación de clase mundial 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, en una experiencia inédita para la ciencia mexicana, tres organizaciones federales (CONACYT y las Secretarías de Educación y Agricultura) y el gobierno de Guanajuato asignan 50 millones de dólares para su construcción, la adquisición del equipo (incluyendo el equipo de secuenciación de América Latina) y la creación de puestos de trabajo para iniciar actividades en 2009 (OECD, 2009b).

Aunque el modelo de LANGEBIO se orienta más a la investigación especializada que UI, también cuenta con programas de posgrado por lo que no existen en términos generales diferencias fundamentales entre los modelos de enseñanza e investigación entre ambas unidades. Las diferencias tampoco han marcado procesos significativamente distintos en el modo de transferir conocimientos y tecnología hacia las empresas.

Por su parte, en la región de Irapuato se ubican centros de investigación expertos en BT, sobre todo en biología de plantas, el uso de transgénicos de plantas para la producción de moléculas activas, la producción de nutracéuticos derivados de las plantas, la secuenciación del genoma de plantas y el control de plagas. Entre ellos se incluyen UI y LANGEBIO, pero también otros cercanos como la agencia agrícola ministerial INIFAP, el Instituto de Tecnología de Celaya, y el Instituto de Ciencias Agrícolas (UCSD, 2008).

El estado de Guanajuato, a su vez, tiene un buen desempeño en intensidad y diversidad de actividades de CyT, desde un perfil científico con recursos humanos calificados y centros de investigación, universidades y posgrados diversos y de calidad. El estado también muestra un buen desarrollo en cuanto a innovación y de desarrollo tecnológico.

Finalmente, a nivel de diseño de políticas, destacan tres iniciativas de la entidad: (i) el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Guanajuato (CON-



CYTEG) que financia redes de innovación en varias industrias, desde una perspectiva de facilitador inicial de vínculos entre actores, pero desde una visión de autosustentabilidad de las redes en el mediano plazo; (ii) la Comisión Especial diseñada estatalmente para la atracción de inversión extranjera directa (IED) con la participación de CONCYTEG e IES locales como parte de una estrategia de desarrollo económico; y (iii) la conformación de un fondo estatal de capital de riesgo buscando promover empresas exitosas formadas en incubadoras locales (OECD, 2009c: 198; 275-285).

El entorno institucional en torno a la BT apoya mayormente la orientación hacia modelos de actividad científica basados en la investigación básica, o acumulativos de un solo sentido, combinando investigación básica con aplicada (Didou y Remedi, 2008). Sin embargo, el contexto institucional vinculado al tipo de apoyos de las políticas públicas, las reglamentaciones internas de CINESTAV y el volumen de demanda de conocimiento de las empresas, ha llevado a la falta de espacios autónomos para que los investigadores utilicen sus redes para contribuir al desarrollo local.

La mayoría de los proyectos de los investigadores se orienta a fines académicos y son financiados gubernamentalmente. La relación entre investigadores y productores, y las posibilidades de aplicar los resultados de la investigación a procesos productivos, son aún azarosas y frágiles (Didou y Remedi, 2008). Sólo una minoría son proyectos de investigación aplicada, incluyendo proyectos con financiamiento obtenido por contrato con un usuario externo y, especialmente, los proyectos de nuevos tipos de iniciativas gubernamentales federales (CONACYT) y estatales (gobierno de Guanajuato). Estos últimos proyectos, que han tenido mayor relevancia en los últimos años en la experiencia de UI y LANGE BIO en términos de vinculación tecnológica con el sector productivo, se analizan en las siguientes secciones.

4.3 Análisis de las redes según el canal de transferencia

Esta subsección presenta el análisis de seis redes de transferencia identificadas en el trabajo de campo. La tabla 3 muestra las redes identificadas. Para el trabajo fueron consultados trece informantes calificados integrantes del sector académico (investigadores y representantes de la Oficina de Vinculación del CINESTAV), empresarial, gubernamental (gobierno de Guanajuato) e intermediario (organización de servicios de negocios intensivos en conocimiento especializada en transferencia tecnológica).

4.3.1 Redes de transferencia informales

A finales de octubre de 2010 se desarrolló por segundo año el evento México BIO, orientado a presentaciones científicas en BT dirigidas al sector científico y de negocios. Al encuentro acudieron empresas con las que UI y LANGE BIO

han tenido experiencias previas de vinculación, con el objetivo de que ambos actores actualicen su conocimiento sobre las demandas de conocimiento de las empresas nacionales y la oferta de los centros de investigación. Las conferencias abordaron múltiples temas de la BT (biocombustibles, BT Médica, BT agrícola y bioseguridad, BT industrial y avances y descubrimientos en BT). Para la organización del evento se coordinaron distintas instancias científicas (CINVESTAV UI y LANGEBIO), gubernamentales (CONACYT, gobierno estatal y municipal), empresariales (Consejo empresarial de Irapuato) y una organización intermedia (AgroBio México) que busca fomentar la colaboración con centros nacionales de i+d en BT vegetal.

Tabla 3. Redes ciencia-industria para la transferencia detectadas en el estudio de caso

Redes de transferencia		Actores detectados			
Canal	Red identificada	Sector científico	Sector empresarial	Organizaciones intermedias	Programas y políticas en CyT
Informal Formal	Evento científico y de negocios México BIO 2010	Investigadores UI y LANGEBIO	Auspiciantes (no organizadores)	AgroBioméxico AC AgroBio Polo Guanajuato	CONACYT Gobierno estatal Gobierno municipal
Formal y comercialización	Bio-combustibles	Investigadores UI y LANGEBIO y de la UNAM	PETRAMIN ALCESA	LatIPnet	Programa de CONACYT PROINNOVA
Formal	Investigación sobre biología molecular de plantas	Investigadores UI y LANGEBIO	Laboratorio de Tecnología Aplicada S.A. de C.V.	Unidad de Vinculación de CINVESTAV	Programa de CONACYT InnovaPyme
Formal y comercialización	Materiales educativos	Investigadores UI y LANGEBIO	Ninguno	LatIPnet Unidad de Vinculación de C CINVESTAV	Secretaría de Desarrollo Económico del gobierno estatal
Informal, formal y comercialización	Biología sintética	Investigadores UI y LANGEBIO y UNAM	Agroenzimas Landsteiner Scientific Cecype Drug Development & Research Company Siosi	Asociación Nacional de Biología Sintética	Programa de CONACYT AERI
Formal y comercialización	Generación de un parque tecnológico orientado a la agro-BT en Irapuato	Investigadores UI y LANGEBIO	42 proyectos de investigación con potencialidad para convertirse en empresas <i>spin-off</i>	LatIPnet AgroBio Polo Guanajuato Gobierno estatal Gobierno municipal	Secretaría de Desarrollo Económico del gobierno de Guanajuato

Fuente: elaboración propia.



Este tipo de eventos, casi inéditos en la BT nacional, promueve abrir vías de comunicación estrechas entre científicos y empresarios y conformarse como un canal de encuentro que permite la difusión de conocimientos formales y, además, instancias informales entre actores no habituados a interactuar. Al darse la difusión de investigación de calidad que se desarrolla en el sector público, estos canales también pueden ser un estímulo para que las empresas desarrollen e inviertan en investigaciones conjuntas .

4.3.2 Redes de transferencia formales

La red de transferencia desarrollada en torno a investigaciones sobre bio-combustibles entre un grupo de investigación de LANGEBIO y dos empresas nacionales, es un ilustrativo sobre el modo en que comienzan a aparecer algunas tendencias internacionales de vinculación ciencia-industria. En el proceso de vinculación, que ya tiene tres años de trayectoria, empresas del sector químico y del farmacéutico se vincularon a investigadores de UI para desarrollar investigaciones la generación de bioetanol por medio de residuos agrícolas de sorgo y maíz.

Las empresas han pagado desde hace tres años, y hasta el momento, los sueldos de los investigadores que participan exclusivamente en este proyecto, así como la adquisición de insumos y equipo que al término del proyecto será para la UI. Para continuar por un cuarto año la investigación conjunta, la empresa química y el grupo de investigación (al que se sumaron investigadores del instituto de BT de la UNAM) han obtenido financiamiento del programa federal PROINNOVA.

Otro caso de investigación conjunta en biología molecular de plantas donde colaboran investigadores de UI y una empresa local de agro-BT, también se ha consolidado gracias al apoyo de uno de los más recientes programas de CONACYT, INNOVAPYME. El programa ha servido para consolidar la investigación conjunta beneficiando a los grupos de investigación con recursos adicionales y externos, y a la empresa, al amortizar sus inversiones en i+d al entrar en un esquema colaborativo con el sector científico.

4.3.3 Redes basadas en la comercialización

Otra experiencia articulada desde programas CONACYT se encuentra en la creación de una red nacional sobre biología sintética, apoyada por el programa de Alianzas Estratégicas de Redes de Innovación (AERI). La red está integrada por diversas instituciones de investigación (LANGEBIO y dos centros de investigación de la UNAM y empresas nacionales de distintos rubros (de productos biotecnológicos, de investigación clínica, de farmacéutica y de bio-reguladores del desarrollo vegetal). Los actores de la la red tenían vínculos previos de proyectos conjuntos de investigación, lo cual se ha considerado un elemento fundamental para la formación de la red.



Los proyectos de investigación de la red, se orientan especialmente a la construcción de conocimientos de alta complejidad, en respuesta a problemas y necesidades concretas de la industria. En la primera etapa de desarrollo de la red (planteada inicialmente para desarrollarse en un plazo de tres a cinco años), además del desarrollo de proyectos de i+d, se ha realizado un proceso de vigilancia tecnológica para analizar el mercado de patentes en el sector. La red ha coordinado las acciones conjuntas establecidas entre empresas y grupos de investigación; y muy especialmente asistiendo al sector investigativo en las competencias en negocios y transferencia (patentes, licencias, contratos de investigación) que no son propias de la academia.

Otra interesante experiencia de vinculación para la transferencia se ha dado en una red donde las tareas de difusión de la ciencia permitieron la creación de materiales didácticos para la enseñanza de la ciencia a niños ciegos. En esta experiencia se combinan la misión de investigación, docencia y divulgación de conocimientos de las instituciones educativas, con la misión de la transferencia, entendida como la generación de vínculos entre actores para lograr la circulación de conocimientos hacia ámbitos no académicos. Los materiales didácticos elaborados para jornadas de educación infantil de la UI, gracias a la vinculación con organizaciones intermedias que brindan servicios de apoyo a la transferencia, se convirtieron en una invención con potencial de comercialización.

En primer lugar, se dio una fuerte colaboración con la Oficina de Vinculación de CINVESTAV para obtener el registro de propiedad intelectual de varias partes de los materiales. En segunda lugar, una iniciativa del gobierno estatal permitió que LatIPnet, una organización intermedia de servicios de negocios intensivos en conocimiento especializada en transferencia tecnológica (Van Lente et al., 2003) revisara distintos proyectos de investigación en BT realizados en UI y LANGEBIO para ver su potencial de negocios, permitió afinar la definición del producto y sus mercados objetivo.

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 cuales se les ha financiado la generación de patentes en EE.UU. La vinculación también ha permitido el diagnóstico para la generación de un parque tecnológico en agro-BT en Irapuato. El proyecto, apoyado por el gobierno estatal y municipal, busca generar un corredor económico en BT en torno a Irapuato. La iniciativa busca aprovechar la capacidad en términos de capital humano de la región, especialmente las ubicaciones del 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 a partir de mecanismos de generación centrifuga de empresas *spin-off* (AgroBio Polo, 2010). El parque busca orientarse hacia los negocios y no la incubación de empresas, habiéndose detectado al momento alrededor de 42 empresas que podrían constituirse en una empresa de base tecnológica.

5. Impactos, incentivos y obstáculos a la vinculación ciencia-industria

En primer lugar, el análisis de las redes muestra cómo, desde canales informales de transferencia (como el evento Bio México), se pueden favorecer procesos de colaboración inter-organizacional para fomentar la circulación de conocimientos, socializando competencias y conocimientos de los actores nacionales de la innovación.

Por su parte, en torno a redes formales de transferencia analizadas en el estudio de caso, el principal impacto se relaciona con la construcción conjunta de conocimientos. La conformación de las redes se apoyó fuertemente en las competencias del sector científico para realizar investigaciones multidisciplinarias y las capacidades de absorción de las empresas para participar activamente en el diseño de los proyectos a partir de una definición explícita de sus demandas de conocimiento. Sin embargo, los involucrados también encuentran estas experiencias como excepcionales. Las empresas locales del sector de agro-BT en México demandan escasamente soluciones de conocimiento científico a grupos nacionales de investigación.

Finalmente, debe destacarse la incipiente aparición de procesos orientados a la comercialización de resultados de investigación generados por grupos científicos nacionales. Los involucrados consultados para este estudio, destacan la importancia que tiene para el desarrollo de esos procesos, la generación de canales de vinculación a partir de las capacidades de las empresas para proponer temas de investigación que requieran aportes de la investigación científica. Varios entrevistados señalan, en este sentido, un cambio paulatino en la visión de algunas empresas que comienzan a buscar posicionar su competitividad desde desarrollos de cyT.

Por otra parte, las experiencias de la red en biología sintética y de la creación de un parque tecnológico apoyado en la agro-BT, son experiencias exitosas de combinación de investigaciones complejas y multidisciplinarias donde se relacionan organizaciones académicas, industriales y gubernamentales. Y que para las organizaciones científicas, grupos de investigación e investigadores implican el desafío de contar con una capacidad simultánea para desarrollar dos tipos de actividades: el rigor académico y la comercialización.

En varias experiencias, además, los involucrados confirman la presencia decisiva de elementos relacionales para el éxito de la transferencia: redes y vínculos interpersonales y organizacionales, y 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.

Para los actores involucrados, existen múltiples beneficios derivados de la vinculación con un socio no-científico o no-industrial. Un factor clave que motivó en todos los casos a las empresas a la vinculación fue la posibilidad de aprovechar la calidad de la investigación realizada en UI y LANGEBIO, y la importancia de la apuesta por la i+d que puede brindarle el sector científico. Un elemento común para científicos y empresarios está vinculado con el valor agregado que implica que un producto o proceso se mejore con conocimientos generados en proyectos multidisciplinarios.

Aunque siempre se reconocen fricciones iniciales por el manejo de lenguajes y códigos culturales distintos y un escepticismo mutuo, para los investigadores el interés de las empresas implica un reconocimiento a la calidad de su trabajo y un modo de evaluar su potencial de negocios. Además de los beneficios materiales vinculados a la obtención de recursos externos adicionales para formar estudiantes, comprar equipamiento y material de laboratorio y mantener las agendas de investigación de mediano y largo plazo.

Finalmente, el elemento decisivo señalado por todos los involucrados en torno a obstáculos a la transferencia de conocimientos, refiere a la complejidad de la administración universitaria para la gestión de proyectos externo. Particularmente en estos casos, la falta de mecanismos legales para que los investigadores de CINVESTAV puedan crear empresas *spin-offs* a partir de una patente propia. Pese a que la ley nacional de CYT reformada en 2009 establece que los investigadores pueden apropiarse de hasta 70% de valor de una patente derivada de un descubrimiento propio, la ley que rige a los trabajadores de centros federales como CINVESTAV no les permite formar parte de una empresa. Esa parte dificulta la generación de negocios a partir de descubrimientos científicos ya patentados que permitan que los investigadores sean parte del proceso de generación de la tecnología, de la protección de la protección intelectual, la propuesta de creación de la empresa, su creación y su funcionamiento.

Este ha sido el recorrido del modelo de empresas exitosas en el sector de BT en distintos países centrales y últimamente en Brasil. Allí desde 2004 los servidores públicos federales pueden abrir una empresa o trabajar en una existente para desarrollar una innovación, reconociendo la necesidad que tienen ciertas invenciones de mejorarse sustancialmente antes de llegar al mercado y la relevancia de la presencia del inventor durante ese desarrollo (Costa y Siqueira, 2010).

La siguiente tabla resume estilizadamente los principales obstáculos e incentivos a la vinculación señalados por los involucrados,

Tabla 4. Incentivos y obstáculos a la asociación entre ciencia e industria en las redes analizadas

Incentivos u obstáculos a la asociación		Ciencia	Industria
Incentivos	No materiales: aprendizaje	Aprendizajes derivados de nuevos desafíos de conocimiento; ayudar con conocimientos científicos e innovadores a las empresas; evaluación externa del potencial real de las investigaciones desarrolladas en laboratorio, mantenimiento de las agendas de investigación de mediano plazo.	Utilización de las altas capacidades de investigación pública; valor agregado derivado de la utilización de i+d en BT.
	Materiales: acceso a recursos	Obtener recursos e infraestructura.	Costo de proyectos competitivos; recursos para el desarrollo tecnológico.
Obstáculos	Objetivos y culturas divergentes	Complejidad de la administración universitaria para la gestión de proyectos externos Imposibilidad legal-administrativa de generar emprendimientos <i>startups</i> o <i>spinoff</i> a partir de un descubrimiento de investigación.	Complejidad de la administración universitaria para la gestión de proyectos externos.

Fuente: elaboración propia.

6. Influencia de mecanismos de intermediación

En las redes observadas se advirtieron dos mecanismos de intermediación decisivos para la coordinación de los procesos de transferencia: organizaciones intermedias y programas de cyt.

Por la parte de programas de cyt de CONACYT, se dio en primer lugar la participación de PROINNOVA e INNOVAPYME. PROINNOVA e INNOVAPYME. Los programas surgieron del Programa Especial de Ciencia y Tecnología de 2009, en reemplazo del anterior programa de Estímulos Fiscales. 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. INNOVAPYME, por su parte, apoya actividades de i+d+i en proyectos de micro, pequeñas y medianas empresas con alto valor agregado, desarrollados en cooperación con otras empresas o instituciones públicas de investigación (OECD, 2009b).

Ambos programas han buscado modificar la tendencia del anterior subsidio de apoyo indirecto a la innovación, de escaso apoyo a las PYMES (Casalet, 2010). Anteriormente, una buena proporción de los fondos públicos de estímulo al desarrollo de actividades empresariales de i+d recaía en el esquema de Estímulos Fiscales. Los fondos asignados estaban muy concentrados en un número limitado de estados y empresas: en 2006, por ejemplo, más de 65% de los estímulos fueron a dos estados y se concentraban en empresas multinacionales de pocos sectores industriales (OECD, 2009c). Con lo anterior, se generaban escasos proyectos colaborativos y procesos de circulación de conocimientos.



Otro programa detectado ha sido el de AERI. Es un programa de innovación, continuador del anterior Consorcios de inicios de la década (Stezano, 2008) es de los más significativos en relación a la promoción de relaciones ciencia-industria desde fondos competitivos de financiamiento de investigación de mediano plazo.

Finalmente, se destaca el apoyo del gobierno estatal de Guanajuato, muy especialmente a través del instrumento de creación de tecnopolos, entre los que se encuentra el parque tecnológico en agro-BT. La consolidación de los parques se inserta en una estrategia mayor de conformar corredores económicos en el estado con base en sectores industriales en los que se apoya el estado.

Para los involucrados, todos los programas han sido exitosos en relación al objetivo de generar mecanismos que incentiven el desarrollo de actividades empresariales de i+d, y consolidar vínculos previos entre investigadores y algunas empresas nacionales.

Por otra parte, en todas las redes se encontraron distintos tipos de organizaciones intermedias que coordinaron eficazmente la relación entre los actores. Entre ellas aparece en primer lugar la Oficina de Vinculación Tecnológica de 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 a la detección del potencial de las investigaciones, a la gestión y registro de la propiedad intelectual y a la función de intermediario entre los grupos de investigación y las empresas.

En segundo lugar, la organización especializada en servicios intensivos en conocimiento LatIPnet ha ayudado en diversos aspectos de las redes analizadas. LatIPnet es una organización internacional que promueve la generación de valor de la innovación en América Latina, sensibilizando a los agentes del conocimiento sobre el valor de la comercialización de la propiedad intelectual, la colaboración universidad-industria y la creación de empresas globales de base tecnológica (LatIPnet, 2010).

La organización ha apoyado a los investigadores con conocimiento experto en torno al potencial de proyectos de investigación con visión y conocimiento sobre el mercado de negocios de la BT. Los involucrados que trabajaron con LatIPnet, señalan que su capacidad para detectar la calidad científica de los proyectos y su potencialidad de negocios, es un elemento distintivo inédito en las organizaciones de asistencia a la transferencia en México. De allí derivan la necesidad de contar con una unidad de vinculación con personal calificado en la BT y a la vez con conocimientos sobre los mercados y oportunidades de negocios del sector. Una combinación de habilidades que permitan asistir a los investigadores en la valoración del potencial aplicable de ideas que implican una evaluación que exige competencias no académicas.

Tabla 5. Influencia de organizaciones de intermediación y programas en CyT sobre las redes de transferencia analizadas

Procesos de intermediación	Financiamiento	Canal	Función
Instrumentos de política pública	Público	Formal	Programa de fondos federales operado por CONACYT con el objetivo de apoyar activamente la i+d y la innovación de pequeñas y medianas empresas con alto valor agregado, particularmente en proyectos desarrollados con otras empresas o centros de investigación.
	Público	Formal	Programa de fondos federales operado por CONACYT con el objetivo de apoyar activamente proyectos de i+d e innovación para el desarrollo de nuevas tecnologías o tecnologías de frontera, en el marco de instancias de cooperación público-privada, incluyendo instituciones de investigación y pequeñas y medianas empresas.
	Público	Formal y comercialización	Programa de fondos federales operado por CONACYT que busca en el mediano plazo (de 3 a 5 años) promover la articulación entre instituciones de investigación y empresas, orientadas a aumentar la competitividad del sector productivo que les compete, mediante proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación. (+D+), que presenten las AERI que se encuentren debidamente conformadas.
Organizaciones intermedias	Público	Formal y comercialización	Programa del gobierno estatal de Guanajuato orientado a crear tecnopolos, como enclaves de desarrollo socio-económico orientados bajo la forma de corredores económicos, en donde cumplen un papel central distintos parques tecnológicos sectoriales.
	Público	Formal y comercialización	Unidad organizacional encargada de promover y difundir los desarrollos e innovaciones tecnológicas de CINVESTAV, e implementar los procedimientos para su transferencia tecnológica y comercialización, bajo un respeto legal y de protección de la propiedad intelectual.
	Privado	Informal y formal	Asociación civil orientada a promover el uso de la BT en el sector agrícola nacional, buscando contactar a los distintos actores involucrados del sector: empresas, centros de investigación, autoridades gubernamentales, productores y sociedad civil.
	Privado	Comercialización	Organización que promueve la generación de valor a partir de innovaciones desarrolladas en América Latina, con base en la formación de los agentes innovadores de la región en relación a la importancia del valor de la propiedad intelectual, el fortalecimiento de asociaciones y vinculaciones universidad industria, y promoviendo la creación de nuevas empresas de base tecnológica, en particular en biomedicina y nuevas tecnologías.
	Privado	Comercialización	

Fuente: elaboración propia con base en CONACYT, 2010; AGROBIO México, 2010; y entrevistas realizadas.



La tabla anterior presenta los programas de cyt y las organizaciones intermedias que han favorecido la coordinación de las relaciones entre los actores vinculados a las redes de transferencia analizadas.

Conclusiones

El caso de las redes de transferencia construidas por empresas y grupos de investigación de UI y LANGE BIO, puede verse como una manifestación de nuevas tendencias en la organización del sector de cyt: la conformación de grupos científicos orientados a investigaciones multidisciplinarias e interinstitucionales; el desarrollo de redes de investigación nacionales e internacionales; el surgimiento de organizaciones y mecanismos de intermediación que dinamizan los vínculos entre los actores; y la aparición de nuevas formas organizativas de vinculación entre los mismos.

En las redes se muestran experiencias de éxito donde se busca conjugar investigación en ciencia básica e innovaciones orientadas al mercado, aprovechando configuraciones institucionales y sistemas de incentivos diversos.

Tales experiencias, sin embargo, abrazan un carácter excepcional. En primer lugar, su carácter aislado deviene del limitado apoyo dado por las políticas al sector agro-biotecnológico y la imprecisión con la que se ha definido a la BT como un sector prioritario a ser apoyado por inversión nacional en cyt. Tales carencias refieren así a problemas originados en los modos nacionales macro de coordinación del sistema de innovación, tal cual se definió en las primeras dos secciones de este trabajo. Las redes de transferencia ciencia-industria son una construcción socio-institucional en respuesta a las nuevas exigencias de la actual economía basada en el conocimiento. En México, las redes han sido obstaculizadas por múltiples y persistentes rasgos institucionales de su sistema de innovación: la falta de una cultura innovadora y de reconocimiento del valor del conocimiento por parte de las empresas; las escasas estrategias para vincular las actividades de las instituciones científicas; el bajo reconocimiento hacia el potencial rol de estas organizaciones sobre el desarrollo tecnológico; y la inadecuada definición de las políticas tecnológicas e industriales por parte del gobierno (Cimoli, 2000: 282).

No obstante, las políticas de cyt en México de los últimos años, han cambiado paulatinamente el argumento sobre incentivos de mercado, enfatizando más el rol de la construcción de redes y vínculos entre agentes públicos y privados. El cambio da cuenta de las prácticas y tendencias de los programas de cyt de los países centrales. Así en México, han aparecido desde inicios de la década varios programas como los observados en el estudio de caso, que apoyan la creación de consorcios de investigación, parques científicos y asociaciones público-privadas. En el estudio de caso, los programas públicos de apoyo observados siguen varias tendencias de programas recientes aplica-

dos en los países de la OECD, orientados a la construcción de asociaciones ciencia-industria. Como la planificación de proyectos de investigación con base en las demandas de los usuarios del conocimiento (AERI, PROINNOVA); intentos por transformar los procesos de innovación, y necesidades sectoriales y regionales (programas de tecnopolos del estado de Guanajuato). Este cambio paulatino ha impulsado algunos de los nuevos procesos que comienzan a gestarse.

No obstante, los nuevos programas aún no logran generar vínculos entre diferencias sectoriales y prioridades industriales, persiste la desincronización entre la transformación industrial y el desarrollo de capacidades tecnológicas y una neutralidad en la selección de los agentes apoyados (Cimoli et al., 2009).

La neutralidad en la selección de los agentes a apoyar con fondos públicos especiales de i+d, lleva a que, aunque hay mayores incentivos para que el sector productivo se vincule con el científico, no existen los indicadores para modificar la heterogeneidad de la estructura productiva. Al neutralizar los criterios de elección de los recursos públicos hacia la innovación, mayormente acceden a ellos los agentes con más capacidades de innovación y cultural político, rasgo típico del régimen institucional jerárquico dominante en México y América Latina. Lo anterior lleva a que se centralicen los apoyos públicos de cyt a las grandes empresas, generalmente parte de los grupos económicos locales, habituales competidores en actividades productivas con un bajo uso de conocimiento (Schneider y Soskice, 2009).

Con relación a los factores decisivos de coordinación en un nivel meso de análisis que han sido determinantes en la dinámica de las redes de transferencia analizadas, destaca que en todas las redes han participado instancias intermedias de coordinación. La influencia de los procesos de intermediación en la vinculación ciencia-industria es un tema central en las investigaciones recientes sobre transferencia de conocimientos (Howells, 2006; Yusuf, 2008; Acworth, 2008; y en México: Casalet, 2000; 2005, entre otros). En las redes analizadas, las diversas modalidades políticas, institucionales y organizativas de la intermediación participantes, muestran dos funciones clave de la intermediación: (i) coordinación y mediación desde mecanismos que rompen distancias entre grupos desconectados, dando información, liderazgo y gestión de actividades conjuntas (Burt, 1999); (ii) la construcción de relaciones antes inexistentes desde la confianza como mecanismo social que las sustentan (Coleman, 1990).

Los casos analizados demuestran que la transferencia supone procesos que exceden a la comercialización de resultados de investigación. Varios involucrados han señalado la importancia de detectar las condiciones que denotan casos de éxito en la transferencia para generar confianza en los desarrollos colaborativos futuros, que permitan superar las barreras principales a la transferencia: la falta de personal calificado para asistir a los investiga-



dores en procesos de vinculación; la compleja administración universitaria de proyectos externos; y la escasa demanda empresarial de conocimientos.

Este estudio busca aportar evidencia empírica sobre los factores decisivos que determinan el éxito o fracaso de procesos de transferencia entre ciencia e industria. Como señala Casalet (2010) el incremento de la vía relacional de la transferencia puede ayudar a reducir obstáculos y a diseñar una normatividad acorde a las necesidades de los agentes. Así, el análisis de las experiencias de transferencia, puede ayudar a transmitir confianza a los actores sobre la viabilidad de la transferencia y facilitar cambios en la normatividad institucional a partir de diagnósticos más adecuados de los obstáculos reales encontrados.

La identificación de los elementos críticos de referencia de esos procesos que explican las dinámicas distintas en las redes de transferencia en el país esperan, además, tener la finalidad de distinguir elementos que conforman buenas prácticas que permitan alimentar posibles debates sobre el desarrollo futuro en cyt en México. Una vez que se asume que la posibilidad del aprendizaje sobre políticas públicas en el sector y la posibilidad de un debate más amplio aún no planteado en el país, requiere de conocimiento relacionado con las necesidades reales de los actores vinculados a la innovación. La consideración de los aspectos señalados 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, inserto en una estrategia más amplia de desarrollo económico y social.

Estudio de caso
sobre las vinculaciones tecnológicas
entre investigadores de CINEVESTAV Irapuato
y LANGEBIO y empresas del sector agro-biotecnológico.

Bibliografía

- Acworth, E. (2008) "University-industry Engagement: The Formation of the Knowledge Integration Community (KIC) Model at the Cambridge-MIT Institute" en *Research Policy*, vol. 37, 8, pp. 1241-1254.
- AgroBio Polo (2011) "Vincular es nuestro campo". <http://www.agrobiopolo.com.mx/> (Accesado el día 15 de marzo de 2011).
- Amaro, M. y M. Morales (2010) "La biotecnología en México, una aproximación desde los sistemas sectoriales de innovación" en *Ideas CONCYTEG*. 5, 64, pp. 1224-1246.
- Ambos, T.; Makela, K.; Birkinshaw, J.; y P. D´Este (2008) "When does University Research Get Commercialized? Creating Ambidexterity in Research Institutions", en *Journal of Management Studies*, 45, 8, pp. 1424-1447.
- Arvanitis, S.; Kubli, U. y M. 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, N° 116.
- Bolívar, F. (coord.) (2003) *Recomendaciones para el desarrollo y consolidación de la biotecnología en México*. México, CONACYT, UNAM, AMC.
- Burt, R. (1999) "Entrepreneurs, Distrust, and Third Parties: A Strategic Look at the Dark Side of Dense Networks" en L. Thompson, J. Levine and D. Messick (comp.), *Shared Cognition in Organizations: The Management of Knowledge*. Nueva York: Mahwah.
- Casalet, M. y F. 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 (comp.), *Sistemas de Innovación en México: regiones, redes y sectores*. México, Concyteg, Red ccs, Conacyt y Plaza y Valdés.
- Casalet, M. (2000) "The Institutional Matrix and its Main Functional Activities Supporting Innovation", en: Mario Cimoli (comp.): *Developing innovation systems. México in a Global Context*. Continuum, Londres.
- (2005) "Intermediaries organizations: from production promotion to research collaboration with industry" en *PRIME Network Workshop*. Holanda (inédito).
- (2010) "Velos y desvelos entre el poder y la ciencia" en *Revista Innovación RICEC* (en línea), 2,1, número monográfico Transferencia de conocimientos y Tecnología, Canadá, disponible en: http://ricec.info/images/stories/articlerevue/volume2_N1/article/IRICEC3_-_MONICA_CASALET.pdf (accesado el día 11 de marzo de 2011).
- Chataway, J.; Tait, J. y D. Wield (2004) "Understanding Company R&D Strategies in Agro-biotechnology: Trajectories and Blind Spots", en *Research Policy*, 33, pp. 1041-1057.
- Cimoli, M. (comp.), (2000) *Developing Innovation Systems. México in a Global Context*, Londres, Continuum.
- Cimoli, M.; Ferraz, J. y A. Primi (2009) "Science, Technology and Innovation Policies in Global Open Economies: Reflections from Latin America and the Caribbean" en *Globalisation, Competitiveness & Governability*. 3, 1, pp. 32-60.
- CINVESTAV (2010) "CINVESTAV Unidad Irapuato". <http://www.ira.cinvestav.mx/> (Accesado el día 11 de marzo de 2011).

- Coleman, J. (1990) *Foundations of Social Theory*, Cambridge, Massachusetts: Belknap Press of Harvard University Press.
- Colyvas, J. et al. (2002) "How Do University Inventions Get Into Practice?", en *Management Science*. 48, 1, pp. 61-72.
- Costa, L. y M. Siqueira (2010) *Technology Transfer from Universities and Public research Institutes to Firms in Brasil: What is Transferred and How the Transfer is Carried Out*. Universidade Federal de Goias, Brasil Working paper #014,.
- D´Este, P y P. Patel (2007) "University-industry Linkages in the UK: What are the Factors Underlying the Variety of Interactions with Industry?" en *Research Policy*, 36, pp. 1295-1313.
- D'Este, P y M. Perkmann (2007) *Why do Academics Collaborate with Industry? A Study of the Relationship Between Motivations and Channels of Interaction; DRUID Summer Conference*. Disponible en: <http://www2.druid.dk/conferences/viewpaper.php?id=1252&cf=9>; (accesado el día 17 de marzo de 2011).
- Dahl, M. y C. Pedersen (2002) *Knowledge Flows Through Informal Contacts in Industrial Clusters: Myths or Realities?* Dinamarca, DRUID. Disponible en: <http://www3.druid.dk/wp/20030001.pdf>. (Accesado el día 17 de marzo de 2011).
- Didou, S. y E. Remedi (2008) "La Unidad Irapuato del CINVESTAV: una obsesión cifrada en la búsqueda de la excelencia" en *De la pasión a la profesión: investigación científica y desarrollo en México*. México, Casa Juan Pablo y UNESCO. pp. 71-116.
- Genoma España (2005) *Situación actual y oportunidades de negocio en el sector biotecnológico en América Latina*. México, Trikarty e Hiperion Biotech, España.
- González, R. y R. Quintero (2008) "Biotecnología e innovación en México, ¿por qué ha pasado tan poco?" en *SINNCO 2008*. Consejo de Ciencia y Tecnología de Guanajuato (CONCYTEG). Disponible en: http://octi.guanajuato.gob.mx/sinnco/formulario/MT/MT2008/MT6/SESION2/MT6_GONZALEZ_QUINTERO.pdf. (Accesado el día 20 de febrero de 2011).
- Gutman, G. y P. Lavarello (2010) "Nuevos paradigmas tecnológicos y políticas de ciencia, tecnología e innovación: los casos de la moderna biotecnología y la nanotecnología" en *Pensamiento iberoamericano*, 5, 2, pp. 173-194.
- (2008) "Biotecnología y desarrollo. Avances de la agrobiotecnología en Argentina y Brasil" en *Economía: teoría y práctica*, 27, julio-diciembre, pp. 19-39.
- Howells, J. (2006) "Intermediation and the Role of Intermediaries in Innovation" en *Research Policy*. 35, 5, pp. 715-728.
- Jaffe A.; Henderson, R. y M. Trajtenberg (1993) "Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations" en *Quarterly Journal Of Economics*, Vol. 108, pp. 557-598.
- Jaffe, A. y M. Trajtenberg (1996) "Flows of Knowledge from University and Federal Laboratories" en *Proceedings of the National Academy of Science*, 93, 12671-12677.
- (2002) *Patents, Citations & Innovation. A Window on the Knowledge Economy*. Cambridge, MIT Press.
- Joly, P. B. y M. A. De Looze, (1996) "An Analysis of Innovation Strategies and Industrial Differentiation through Patent Applications: the Case of Plant Biotechnology", en *Research Policy*, 25, 7, pp. 1027-1046.
- Kivinen, O.; y J. Varelius (2003) "The Emerging Field of Biotechnology. The Case of Finland" en *Science, Technology & Human Values*. 28, 1, pp. 141-161.
- Landry, R., Amara, N.; e I. Rherrad, (2006), "Why Are Some University Researchers More Likely to Create Spin-offs than Others? Evidence from Canadian universities" en *Research Policy*. 35, 10, 2006, pp. 1599-1615.

- LatIPnet, (2010) "WhatWeDo". Tomado de: http://www.latinvia.com.ar/alianzas/seldispropio/cuerpo/dsp_model34_propio_home_noticia_detalle.cfm?codalianza=3992&sec=1 (Accesado el 29 de octubre de 2010).
- Morales, M.; Amaro, M. y D. Villavicencio (2010) "Dinámica institucional, cooperación y proceso de innovación. Un estudio del sector biotecnológico mexicano", Ponencia presentada a las *VIII Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y Tecnología*, Buenos Aires, Argentina.
- OECD (2009a) *The Bioeconomy to 2030. Designing a Policy Agenda*, OECD, Francia.
- (2009b) *15 Mexican States. OECD Reviews of Regional Innovation*, OECD: Francia.
- (2009c), *Mexico. OECD Reviews of Innovation Policy*. OECD. Francia
- Perkmann, M. y R. Walsh (2007) "Relationship-based University-industry Links and Open Innovation: Towards a Research Agenda", en *International Journal of Management Reviews*. 9, 4, pp. 259-280.
- Rueschemeyer, D. (2003) "Can One or a Few Cases Yield Theoretical Gains?" en: Mahoney, J. y D. Rueschemeyer (comp), *Comparative Historical Analysis in the Social Sciences*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Schneider, B. y D. Soskice (2009) "Inequality in Developed Countries and Latin America: Coordinated, Liberal and Hierarchical Systems" en *Economy and Society*, 38, 1, pp. 17-52.
- Solleiro, J. y A. Briseño (2003) "Propiedad intelectual II: el caso de la biotecnología en México" en *Interciencia*. febrero, 28, 2, pp. 90-94.
- Stads, G.; Moctezuma, G.; Espinosa, J.; Cuevas, V. y J. Jolalpa (2008) "Agricultural Science and Technology Indicators: Mexico", en *ASTI Country Brief*. 41, diciembre.
- Stezano, F. (2008) "Procesos de intermediación en las relaciones ciencia-industria" en *Revista Gaceta Ideas*. 3, 40 "Economía del Conocimiento en América", pp. 1071-1097.
- (2010) "La transferencia de conocimientos y tecnología como proceso multi-dimensional" en *Revista Innovación RICEC* (en línea), 2, 1, disponible en: http://www.ricec.info/images/stories/articlerевue/volume2_N1/article/IRICEC3_-_STEZANO.pdf (accesado el día 11 de marzo de 2011).
- Unión Europea, ENTERPRISE DG y Ministerio Federal de Economía y Trabajo de Austria (2001) *Benchmarking Industry-science Relations. The Role of Framework Conditions*. Final Report. Unión Europea: Viena.
- UCSD (University of California San Diego) (2008) "Borderless Biotech & Mexico's Emerging Life Sciences Industry" en *Biotechnology Journal*. 3, pp. 1131-1134.
- (2007) *The Life Sciences: A New Path to Prosperity for California and Mexico*. San Diego Dialogue, University of California San Diego Extension.
- Van Bezekom, B. y A. Arundel (2009) *OECD Biotechnology Statistics 2009*. OECD, Francia.
- Van Lente, H.; Hekkert, M.; Smits, R. y B. Van Waveren (2003) "Roles of Systemic Intermediaries in Transition Processes" en *International Journal of Innovation Management*. 7-3, pp. 1-33.
- Vanloqueren, G. y P. Baret (2009) "How Agricultural Research Systems Shape a Technological Regime that Develops Genetic Engineering but Looks out Agroecological Innovations" en *Research Policy*. 38, pp. 971-985.
- Viniegra-González, G. (2009) "Reseña de la biotecnología mexicana" en *Enciclopedia de las Ciencias y la Tecnología en México*. disponible en: <http://www.izt.uam.mx/cosmosecm/BIOTECNOLOGIA.html>. (Accesado el 29 de octubre de 2010).

- Webber, D. (1995) "The Emerging Federalism of U.S. Biotechnology Policy", en *Politics and the Life Sciences*. 14, 1, pp. 65-72.
- Yusuf, S. (2007) "University-Industry links. Policy Dimensions" en Yusuf, S.; y K. Nabeshima (comp.), *How Universities Promote Economic Growth*. Nueva York: Banco Mundial.