

CAPÍTULO 9

INTERCAMBIO Y FLUJOS DE CONOCIMIENTO EN LAS REDES

Rosalba Casas

Introducción

Uno de los aspectos que resultan relevantes en el estudio de los procesos de construcción de redes entre la academia, los sectores productivos y los gobiernos, o dicho de otra forma entre los sectores público y privado, es el conocimiento que se transfiere, transmite o intercambia y que se constituye en la base sobre la cual se generan mejoras en los productos y/o procesos, se crean nuevos desarrollos tecnológicos, se promueve la actividad innovadora y/o se producen nuevos conocimientos. Es decir, estos procesos de intercambio y transferencia de conocimientos mediante las redes, tienen repercusiones tanto en las actividades productivas como en la generación misma de conocimientos científicos y tecnológicos.

Este es un tema que ha sido poco abordado en la literatura sobre producción de conocimiento e innovación. Sin embargo, la preocupación por este problema surge desde la década de los años cincuenta con el trabajo de Polanyi (1958), quien ya argumentaba sobre la diferenciación entre conocimiento articulado y conocimiento tácito y posteriormente por el del economista Arrow (1962), quien otorgaba una importancia fundamental al conocimiento como fuente de la innovación. Más recientemente este aspecto ha sido tratado desde diversas perspectivas, entre las que se incluye la literatura sobre teorías evolucionistas de las empresas (Nelson, 1982; Nelson y Winter, 1982; Cowan, *et al.*, 2000; Nelson, 2000) y

diversos trabajos, algunos de los cuales se sitúan en esa perspectiva teórica y que han contribuido con exploraciones empíricas sobre este asunto que subyace a los procesos de desarrollo tecnológico y de innovación (Bonaccorsi y Piccaluga, 1994; Imai 1991; Kline, 1990; Macdonald, 1992; Sorensen y Levold, 1992; Vithlani, 1996; Faulkner y Senker, 1994 y Senker y Faulkner 1992, 1995).

En la literatura actual se ha venido poniendo un gran énfasis en la consideración del conocimiento tácito en la construcción de redes de innovación entre las empresas (Senker y Faulkner, 1996; Quandt, 2000), ya que se ha argumentado que éste es una fuente importante para la innovación, pero como es difícil de observar, requiere de acercamientos metodológicos y de estudios de caso a profundidad para documentarlo. Este se transmite mediante relaciones informales cara a cara, por lo que también se ha señalado la relevancia de estas relaciones en la construcción de redes de innovación. Más recientemente, otros trabajos han puesto el acento en los esfuerzos que se hacen dentro de las empresas por codificar el conocimiento que se transfiere de manera tal que sea más accesible y fácilmente transmisible entre las empresas (Cohendet y Meyer-Krahmer, 2001; Grimaldi y Torrisi, 2001). Este es un tema importante pero que no será abordado en este trabajo.

Un propósito de este capítulo es ilustrar la naturaleza de los conocimientos que se intercambian y fluyen en los procesos de construcción de colaboraciones entre la academia y las empresas; es decir, indagar las características del recurso que se pone en juego en estas interacciones (Luna, 2001*b*). Otro de los objetivos es documentar los alcances de ese intercambio de conocimientos, más allá del propósito mismo de la innovación. En trabajos anteriores (Casas [coord.], 2001) se ha sostenido que el flujo de conocimiento que se genera a través de estas colaboraciones es muy relevante tanto para los sectores productivos como para las universidades y centros de investigación públicos, ya que tienen resultados significativos para ambos.

En la perspectiva del análisis de redes entre los sectores público y privado, la consideración del intercambio de información y conocimiento es un elemento que, desde nuestra perspectiva, puede ayudar a la caracterización del tipo de redes que se construyen entre estos dos sectores. Diversos autores han establecido varias tipologías para el análisis de las redes que conducen al desarrollo tecnológico y a la innovación (Callon, 1989; Freeman, 1991; Hage

y Alter, 1997; Saxenian, 1991; Steward y Conway, 1996). Sin embargo, lo que interesa documentar en este trabajo es si estas interacciones entre el sector público y privado se constituyen solamente en redes de colaboración, o si pueden ser caracterizadas como redes de información o redes de conocimiento. Con respecto a esta discusión Freeman (1991, 501) afirmaba que tanto la investigación teórica como la empírica habían demostrado la importancia que tienen para la innovación exitosa tanto las redes internas y externas de información como las de colaboración. En el primer caso, apunta Freeman, el propósito es convertir la información que proviene de diversas fuentes, en conocimiento útil acerca del diseño, la elaboración o la venta de procesos y productos. Por su parte las redes de colaboración se basan en acuerdos de tipo transitorio para compartir costos, adquirir información técnica, o facilidades para realizar pruebas. Por cuanto a las redes de conocimiento, las definimos como aquellas que se construyen a través de vínculos estrechos y profundos, generalmente de largo plazo, a través de los cuales se intercambian y se producen conocimientos y se orientan a objetivos comunes acordados entre los participantes (Casas [coord.], 2001). Esta situación supera lo que se denomina redes de información o redes de intercambio de información (Arvanitis, 1995) que se limitan a intercambios de información o de opiniones sobre la forma de operar y planear la investigación (véase Dutrenit *et al.*, 1996, 812) o de resolver algún problema tecnológico.

En este trabajo se trata de identificar qué es lo que fluye en las interacciones entre estos dos actores, cuando se involucran en proyectos de colaboración; qué tipo de recursos se intercambian tomando como base el conocimiento y desagregándolo en una suerte de *continuum* entre información, conocimiento y habilidades, en donde en un extremo se encuentra la información, en el otro el conocimiento tácito y en medio diversos niveles de conocimiento codificado (Grimaldi y Torrisi, 2001, 1.426). Esta idea resulta sugerente para el análisis que se incluye en este trabajo, ya que en la práctica la diferenciación entre información y conocimiento es difícil, por lo que la noción de un continuo ayudaría a esclarecer esa distinción.¹

1. Un problema conceptual importante es el que se refiere a la diferenciación entre información y conocimiento. En la literatura consultada varios autores (De Bresson y Anesse, 1991; Freeman, 1991; Teubal *et al.* (1991), tienden a usar más el término de

El análisis se construye con un conjunto de proyectos que han implicado la colaboración formal e informal entre la academia y los sectores productivos, que ha tenido como objetivo la movilización del conocimiento científico y/o tecnológico para la solución de problemas específicos. El análisis considera información de tipo cualitativa relevada tanto a través de la entrevista directa como de la aplicación de un cuestionario a diversos actores participantes en estos proyectos.²

El capítulo se estructura en cuatro apartados, en los que se ilustran algunas cuestiones centrales que son objeto de discusión en el análisis de redes y flujos de conocimiento y que forman parte de la metodología que se ha ido generando como resultado de esta investigación colectiva (véase Casas en este libro). En cierto sentido se sigue la metodología planteada por Senker y Faulkner, (1992) y Quandt (2000) quienes sugieren que los flujos de conocimiento entre las universidades y empresas pueden ser analizados de distintas maneras: *a)* de acuerdo al tipo de conocimiento que se transmite; *b)* la fuente de la que se obtiene y los canales a través de los cuales se transmite; y *c)* su impacto en la solución de problemas. Estos mismos conceptos son empleados por Quandt, quien los define como dimensiones en la difusión de los conocimientos.³ Estos ejes son complementados con otros que resultan relevantes

redes de información, en el que involucran implícitamente al conocimiento, a pesar de que su significado es diferente. En este sentido, y con fines meramente analíticos, nos referimos a información, cuando lo que se intercambia en las colaboraciones entre academia y empresas consiste en materiales ya accesibles, aunque de carácter especializado. En este sentido seguimos la definición de Quandt (2000) quien afirma que la información está disponible a nivel mundial, es la información genérica sobre los productos y mercados, por lo que sus fuentes son las publicaciones y el Internet. El mismo autor sostiene que el conocimiento se refiere a algo específico acerca de un componente o la manera de mejorar un producto o un proceso, aspectos que afirma el autor, se transmiten en relaciones cara a cara mediadas por la confianza.

2. El análisis se basa en la información de los cuestionarios aplicados por varios de los participantes en este proyecto a casos de colaboración previamente identificados. Se utiliza la información recogida por: Rebeca De Gortari, Georgina Gutiérrez, Matilde Luna, M.ª Teresa Márquez, Mary Elaine Mengher y María Josefa Santos, quienes realizaron las entrevistas.

3. Para Quandt (2000), quien refiere el análisis de los flujos de conocimiento a la empresa, existen varias dimensiones para su análisis. La primera dimensión en la difusión de conocimientos es si estos son endógenos o exógenos a las empresas; la segunda, se refiere a los canales a través de los cuales ocurren los flujos; la tercera está relacionada con la magnitud de los flujos, la cuarta con el impacto en las capacidades de las empresas y la quinta con los obstáculos o cuellos de botella a los que se enfrentan estos flujos.

para el análisis del intercambio de conocimientos, y que tienen que ver con características específicas del conjunto de casos analizados, que guardan una estrecha relación con la naturaleza y alcances de los intercambios de conocimiento.

En el primer apartado, se analizan esas características generales que son relevantes para explicar la especificidad de la transferencia de conocimientos. En el segundo, se ilustra el tipo de conocimiento que se intercambia en la construcción de redes entre los sectores público y privado y se discute si la existencia o conformación espacios regionales de conocimiento (Casas, De Gortari y Santos, 2000) influye en la naturaleza y alcance de los flujos. La tercera sección, aborda la discusión sobre el sentido en el que se produce ese intercambio de conocimiento y los canales a través de los cuales se transmite. En el cuarto apartado se introduce la discusión sobre los resultados que tiene el intercambio de conocimientos tanto desde la perspectiva de la academia como de las empresas. Y, finalmente se exponen, a manera de conclusiones, las observaciones generales que se derivan de este acercamiento al análisis del intercambio y transferencia de conocimiento y la importancia que este tiene en los procesos de mejora tecnológica de los sectores productivos y en la generación de conocimientos.

1. Características generales de los casos analizados

En este apartado se discute un conjunto de características de los casos de estudio, que desde nuestra perspectiva pueden ser considerados como ejes analíticos para explicar la naturaleza y alcance de los intercambios de conocimiento entre la academia y los sectores productivos. Estas características serán retomadas a lo largo del capítulo para ayudar a explicar el tipo de conocimiento que se trasmite, las fuentes y los canales que se utilizan y los resultados de los flujos de conocimiento generados. A manera de hipótesis podemos plantear, que los intercambios de conocimiento presentarán diferencias de acuerdo al campo de conocimiento en el que se ubica el proyecto, así como por los objetivos, el tipo de empresas con las que se construyen los intercambios y la duración y formalización de los mismos.

La información en que se sustenta este capítulo es heterogé-

nea, ya que en el curso del trabajo de campo la selección de los casos de estudio fue azarosa y respondió tanto a los intereses de cada investigador como a las posibilidades que tuvo cada uno de ellos de localizar proyectos apoyados en conocimiento que implicasen la colaboración entre los sectores público y privado. Por esta razón, de los 19 proyectos⁴ de colaboración a los que fueron aplicados los cuestionarios elaborados para los propósitos de este proyecto colectivo, se seleccionaron 12 que se agruparon de acuerdo a un conjunto de criterios que se sistematizan en los cuadros 1 y 2 y que se discuten a continuación.

Campos de conocimiento en los que se ubican

Los casos analizados se ubican en cuatro campos que se caracterizan por orientar la producción de conocimiento a aspectos prácticos específicos: informática, materiales, polímeros y metalurgia (cuadro 1). Sin embargo, cabe hacer notar que los polímeros son parte del campo de materiales y que en el ámbito científico y tecnológico se le considera como un campo con una especialización propia. Es importante destacar que 7 de los 12 casos seleccionados se inscriben en el campo de materiales, en el que se incluyen proyectos de colaboración con la industria manufacturera, principalmente con la cementera, la siderúrgica, la del vidrio, la de pinturas y la metalmecánica, y en los que predomina el objetivo de generar nuevos materiales a partir de diversos recursos y para nuevos usos. En el campo de polímeros se analizan dos proyectos relacionados con la industria química y en el campo de metalurgia, los dos proyectos incluidos, se establecen en colaboraciones con la industria siderúrgica. Finalmente, el proyecto que se incluye en el campo de informática, se relaciona con el sector público y el social, mediante una colaboración para la mejor administración de un programa para el ahorro y el crédito de los sectores campesinos.

4. Es importante destacar que no existe homogeneidad en lo que cada actor entrevistado entiende como proyecto. Por ejemplo en el caso del Proyecto de FATA para *Silíce Fumérica* a partir de cascarilla de arroz, el proyecto terminado se refiere sólo a una etapa del desarrollo del mismo. La etapa de escala piloto se considera por el investigador responsable como un nuevo proyecto. En otros casos el proyecto es considerado como la mejora de un producto o proceso, mientras que en otros es entendido como el desarrollo tecnológico completo. Sin embargo, para efectos de análisis utilizamos la palabra proyecto, con las salvedades que se han hecho.

CUADRO 1. *Colaboraciones por campo de conocimiento, instituciones que participan, sector, rama y localización*

<i>Campo del conocimiento</i>	<i>Proyecto</i>	<i>Instituciones que participan*</i>	<i>Sector y rama</i>	<i>Localización geográfica de la Red</i>
<i>Informática</i>	• Cajas solidarias	PUAL-DGSCA/ UNAM/CCNCS/ PANAL	Sector público Sector financiero (social)	D.F.**
<i>Materiales</i>	• Formación de recursos humanos en la industria cerámica y del cemento (UNICEMEX)	CEMEX/UANL	Industria cementera	Nuevo León
	• Propiedades ópticas de recubrimientos	CIP-COMEX/ UNAM	Industria de pinturas	D.F.
	• Generación de Sílice Fumádica a partir de cascarilla de arroz	CFATA-UNAM/ CEMEX	Industria cementera	Queretaro / Nuevo León
	• Reducción de porosidad en baterías de plomo ácido	ENERTEC/ CINVESTAV -Saltillo	Metal-mecánica	Coahuila
	• HYTEMP-HYLSA	HYLSA-MEX/ UANL/ITESM/ U. DE ZACATECAS y MICHOACANA	Siderurgia	Nuevo León
	• Desarrollo de materiales de construcción a partir de desechos con propiedades cerámicas	PEÑOLES/UANL		Nuevo León
<i>Polímeros</i>	• UNIVITRO	VITRO/UANL	Industria de Vidrio	Nuevo León
	• Funcionatización de mezclas y aleaciones con plásticos de ingeniería vía extrusión reactiva (Macro-proyecto Resistol)	CID-GIRSA/ UNAM/UAM/ CIQA/U.DE G	Industria química	D.F./ Coahuila/ Jalisco
	• Mejoramiento de formulación y proceso de resinas para impermeabilizantes	CONFIDENCIAL	Industria química	Coahuila
<i>Metalurgia</i>	• Oxidación y remoción de óxido en acero	HYLSA/UANL	Siderurgia	Nuevo León
	• Fabricación de lámina de acero de bajo carbono alta formalidad no envejecidas	GALVAK/ CINVESTAV-S/ UANL/ I. TEC. SALTILLO	Siderurgia	Nuevo León/ Coahuila

* Véase listado de siglas al final del capítulo.

** Este programa de Cajas Solidarias es de carácter nacional. Sin embargo, la localización de la red para el desarrollo de software está circunscrita a instituciones que se encuentran en el D.F.

FUENTE: Elaboración propia a partir de la sistematización de información derivada de las grabaciones de las entrevistas realizadas por los integrantes del proyecto.

Es así que, el abanico de proyectos es amplio, aunque mayormente se relaciona con la industria manufacturera en diferentes ramas. Esto permitirá generar observaciones y comparaciones sobre las características de los intercambios de conocimiento en las redes que se han venido construyendo en los campos de conocimiento mencionados.

Objetivos que se plantean

En este trabajo sostenemos, como lo han hecho otros autores (Grimaldi y Torrasi, 2001), que el tipo de conocimiento que se intercambia en las redes dependerá en gran medida de los objetivos que se hayan planteado para las colaboraciones. En el cuadro 2 puede apreciarse que predomina la mejora de procesos y productos a demanda de las empresas (proyectos demandados por Cip-Comex, Enertec, Cemex, Hylsa-Mex, Peñoles, Cid-Girsa, Galvak), la formación de recursos humanos en campos de interés para las empresas (Cemex, Hylsa-Mex y Vitro) y el desarrollo de investigación científica y tecnológica a demanda de la empresa (Peñoles y Girsa). Sin embargo, es importante señalar que el primer objetivo, es decir, la mejora de procesos y productos involucra generalmente, en los casos analizados, actividades de investigación que la empresa demanda a la academia. Esto nos lleva a argumentar que la empresa en ocasiones busca a la academia para investigaciones puntuales con fines aplicados y en otras para el desarrollo de campos que son de interés para la empresa en el largo plazo. Es importante hacer notar, que entre los proyectos seleccionados, sólo uno tiene como objetivo el desarrollo de investigación científica y tecnológica a propuesta de la academia, planteado por CFata-UNAM a Cemex para la generación de Sílice a partir de un residuo agrícola representado por la cascarilla de arroz. Y, finalmente, otro proyecto ha sido clasificado en el rubro de servicios especializados ya que el objetivo es desarrollar software, que aunque implica una especificidad para el manejo y operación de un programa gubernamental, es conocimiento disponible a nivel internacional. Grimaldi y Torrasi (2001) argumentan que el desarrollo de software implica la reutilización de códigos y otros componentes que ya están presentes en ciertos programas, a través de personal altamente

CUADRO 2. *Colaboraciones academia-empresas por objetivos, tamaño y origen de las empresas*

<i>Objetivo de las colaboraciones</i>	<i>Número de casos</i>	<i>Tamaño y origen de las empresas</i>
Formación de recursos humanos con la academia para resolver problemas de las empresas	3	Grande y nacional
Desarrollo de investigación científica y tecnológica a propuesta de la academia	1	Grande y nacional
Desarrollo de investigación científica y tecnológica a demanda de la empresa	3	Grande y nacional
Mejora de procesos y/o productos a demanda de la empresa	4	Grande y nacional
Servicios especializados	1	Proyecto con el sector público y social
Total de proyectos	12	

FUENTE: Elaboración propia a partir de la sistematización de información derivada de las grabaciones de las entrevistas realizadas por los integrantes del proyecto.

capacitado para ello. Sin embargo, como los autores antes citados lo sostienen, el conocimiento sobre el software no siempre es totalmente accesible ya que su acceso implica el pago de regalías para adquirirlo.

En cierto sentido el desarrollo de este proyecto, que es de corto plazo, podría entenderse como un servicio especializado ya que consiste en diseñar un sistema para el manejo de información apoyado en un programa de cómputo, para ser utilizado por instituciones gubernamentales y la sociedad civil. En todo caso su aplicación implicaría una innovación administrativa, pero no una de tipo tecnológico.

Actores que participan

En relación con este criterio debe distinguirse entre los actores institucionales y los actores individuales que forman parte de la colaboración. La mayoría de los casos seleccionados (10 de un total de 12) se basa en colaboraciones entre la academia y los sectores productivos privados. Seis de los casos se refieren a proyectos en los que participa exclusivamente una insti-

tución por parte de la academia y una por parte de la empresa; es decir, en colaboraciones institucionales de tipo bilateral. Sin embargo, varios de estos proyectos incluyen la participación de un conjunto de individuos de la academia y varios de la empresa. En los seis casos restantes participan más de dos actores institucionales y varios actores individuales. Esta observación es importante ya que algunos autores sostienen que una de las limitaciones en el análisis de redes, es que estas se construyen sobre algo más que la suma de relaciones bilaterales. Es decir, la red es una cadena de vinculaciones, en donde es importante detectar cuáles juegan un papel primario y cuáles uno secundario (De Bresson y Amesse, 1991). Y es a través de esta cadena que se generan los intercambios de información y conocimiento, que se transmiten por diferentes canales.

El actor gobierno no participa sino en forma indirecta en algunas de estas colaboraciones, mediante financiamiento otorgado a través de programas de CONACYT, pero sin haber intervenido en el planteamiento y objetivos del proyecto. Es decir, que en estas colaboraciones, a diferencia de otras que hemos analizado en trabajos anteriores, hay muy poca participación del gobierno federal y los gobiernos estatales.⁵

Sólo en dos de los casos seleccionados el gobierno ha tenido una mayor participación, por lo que las colaboraciones incluyen a otros actores institucionales además de la academia y el sector privado. El primer caso se refiere al Macroproyecto Resistol, que se gesta, desde los años setenta, en el Comité de Polímeros creado en el CONACYT en la Dirección Adjunta de Modernización Tecnológica y que se concibe en 1990⁶ en un afán de orientar los apoyos de ese organismo en áreas prioritarias, como la de polímeros, pero sin intervenir en la definición de objetivos ni en el tipo de problemas que debían ser resueltos.

5. En otros trabajos (Casas [coord.], 2001) se ha documentado que el gobierno federal y estatal han tenido una participación importante en la construcción de redes de conocimiento y en la formación de organismos mixtos que incluyen tanto al sector público como al privado en el apoyo a la producción y a la transferencia de conocimientos en atención a objetivos de desarrollo, lo que ha venido contribuyendo a la formación de espacios regionales de conocimiento.

6. Dutrenit *et al.* (1996, 810) señalan que este proyecto fue resultado de una política emprendida por el CONACYT a mediados de los años ochenta, como parte de la cual se pusieron en marcha varios programas de enlace entre las universidades y las empresas, para responder a los requerimientos de las empresas de mano de obra calificada.

En este sentido el papel del CONACYT fue más allá de la simple canalización de recursos ya que, de acuerdo a Dutrenit *et al.* (1996, 811), intervino en la definición de las reglas del juego y propuso un vocabulario claro para la convocatoria con el fin de cumplir los objetivos generales expresados en el Plan Nacional de Ciencia y Modernización Tecnológica. El segundo caso, es el referido al Proyecto de las Cajas Solidarias, que es un programa de carácter gubernamental para facilitar el acceso de ahorro y crédito a los campesinos. Este proyecto estatal involucró a una universidad pública (la UNAM) y a una asociación civil (la CCNCS) para el desarrollo de un sistema informático que sustituyera el anterior manejo administrativo, con el afán de mejorar del sistema de información financiera que fortalezca la operación de las cajas, mediante la aplicación de software.

Tamaño de las empresas con las que se construyen las colaboraciones

A pesar de que no fue un criterio deliberado para su selección, 11 de los 12 casos considerados para este capítulo (cuadro 2), se refieren a colaboraciones que se establecen entre las instituciones de educación superior pública o centros públicos de investigación con grandes empresas, de capital mayoritario nacional, siete de las cuales reportaron tener área de I+D en sus instalaciones.⁷

En la literatura sobre actividades de innovación en las empresas mexicanas, se ha reportado que en general éstas tienen una escasa colaboración con instituciones de educación superior y centros de investigación públicos nacionales. Para el caso de la industria química que, de acuerdo a Arvanitis y Villavicencio (2000), concentra su producción en las grandes empresas, éstas realizan muy pocos esfuerzos por vincularse con el sector académico que realiza investigación. En cuanto a la industria farmacéutica, analizada por Gonsen y Jasso (2000), y que se

7. Sobre este aspecto no se cuenta con la información suficiente para determinar qué es lo que cada empresa entiende por área de I+D, por lo que esto no necesariamente significa que las empresas consideradas realmente realicen actividades formales de investigación. Este es un aspecto que queda pendiente de investigar, por lo que solamente se harán algunas observaciones que se relacionan con esta característica, pero que no deben ser tomadas como generalizaciones

integra principalmente por grandes empresas extranjeras establecidas en México, su actividad de investigación es mínima en el país y las vinculaciones entre universidad e industria, son de corto plazo, específicas e informales, al grado de que algunas de ellas son meros enfoques casuales de los investigadores que buscan financiamiento privado para sus proyectos (Gonsen y Jasso, 2000, 212). Esta misma situación se observa para la industria del vidrio, ya que la principal empresa en este rama Vitro, no ha generado suficientes demandas a las universidades para que estas se interesen en los problemas específicos de las empresas, por lo que estas han sido mayormente proveedoras de graduados para esta empresa (Dutrenit, 2000, 230).

Dado este contexto, los casos que se incluyen en este trabajo resultan relevantes ya que ponen de manifiesto el interés que tienen algunas empresas grandes de capital nacional por vincularse con la academia, al menos en las áreas de conocimiento de materiales, polímeros y metalurgia, relacionadas con la industria cementera, metalmeccánica y siderúrgica y que no han sido analizadas en los trabajos anteriormente citados. Podría sostenerse que esta actitud favorable de algunas empresas grandes para la colaboración con la academia sería la expresión del modelo económico imperante en nuestro país y de la apertura comercial, que han conducido a que, sobre todo las grandes empresas, inviertan y se preocupen por las actividades de I+D, tanto por lo que se refiere a su desarrollo dentro de sus instalaciones, como el acceder a las aquellas capacidades que se desarrollan en las instituciones públicas que generan el conocimiento.⁸ Estos cambios que se manifiestan sobre todo en la década de los años noventa han tenido como resultado un mayor acercamiento de algunas grandes empresas y centros de investigación público (véase Casas y Luna [coords.], 1997), por lo que los proyectos de colaboración con los que se ilustra este capítulo podrían ser una expresión de esa situación. Las características de estas grandes

8. Esta argumentación ha sido descartada en el caso de Vitro, ya que como lo sostiene Dutrenit (2000), fue en el periodo en que nuestra economía estuvo cerrada, cuando esta empresa desarrolló sus capacidades tecnológicas más importantes sustentadas en una estrategia de independencia tecnológica. En esta etapa sus débiles vínculos con la academia estuvieron más favorecidos. Sin embargo, en el periodo de apertura comercial y de liberalización de nuestra economía Vitro fortaleció su estrategia de seguidor tecnológico, disminuyendo sus esfuerzos internos de I+D, la acumulación de conocimiento y por ende sus ya débiles vínculos con la academia.

empresas, que cuentan con recursos humanos especializados y con áreas dedicadas a actividades de I+D, facilitarían desde nuestra perspectiva el flujo de conocimientos, por la afinidad de culturas y de intereses de los recursos humanos que participan del lado de la academia y de la empresa; es decir, porque hablan el mismo lenguaje y tienen pautas culturales similares.

Es interesante resaltar que justamente en seis de los casos analizados fueron las empresas las que tuvieron la iniciativa de recurrir a los centros académicos públicos, sea para colaborar en la formación de recursos humanos idóneos a nivel de maestría o para realizar actividades de investigación orientadas a nuevos productos y/o procesos o a la mejora de los existentes, y en varios de los casos estos objetivos se dieron de manera conjunta. Cabe destacar que los casos analizados ponen de manifiesto un renovado interés de las empresas grandes por establecer colaboraciones con la academia para la formación idónea de sus recursos humanos.

Sin embargo, queremos insistir en que la información reunida en estos casos no refleja la situación imperante en las experiencias de formación de redes en nuestro país, por lo que no se debe desprender la generalización de que sean las grandes empresas quienes tomen mayormente las iniciativas, como ya lo han documentado los autores citados. No obstante lo anterior, estos casos constituyen un material importante para profundizar en la forma en que se construyen estas colaboraciones y la manera en que se intercambia el conocimiento cuando las iniciativas provienen de las empresas, y sobre todo de grandes empresas como se documentará más adelante.⁹

Duración y formalización de las interacciones

Otro aspecto a considerar en el análisis de estos proyectos es el que se refiere a la duración y a la formalización que han tenido las interacciones entre las instituciones participantes en los 12 proyectos. De éstos, 10 pueden ser clasificados como de larga duración, ya que se han construido en periodos que van más allá de cinco

9. En otros trabajos (Casas, De Gortari y Luna, 2000; Casas [coord.], 2001) se ha documentado que en nuestro país hay una tendencia mayor a que las interacciones para el intercambio de conocimientos surjan por iniciativa de las universidades y centros de investigación públicos.

años y/o han implicado colaboraciones previas a la realización del proyecto actual. Por ejemplo, en materiales (Hylsa, Unicemex, Cemex, Peñoles, Galvak) y en polímeros (GIRSA) las relaciones que se ha construido con la academia son de largo plazo, han implicado relaciones informales y formales (firma de convenios y/o contratos), se han orientado a diversos objetivos y han pasado por un proceso de aprendizaje, de conocimiento mutuo y de generación de confianza, tanto personal como técnica, sobre las cuales se finca el intercambio y flujo de conocimientos. Sin embargo, otros proyectos se han construido sobre relaciones de corta duración, que en ocasiones implican meses o van hasta un año (Cajas Solidarias, CIQA), en donde los vínculos tienen escasos antecedentes previos y son menos estrechos y profundos. Estos casos se orientan a un objetivo muy específico que suele cumplirse en el corto plazo, y que se basa en redes de información y procesos de investigación menos complejos que implican la mejora de un proceso para resolver problemas de calidad, mediante evaluaciones y determinaciones de un producto, por lo que en estos casos se trataría de redes de colaboración y de información.

Un aspecto adicional es el que se refiere a la formalización de estas colaboraciones a través de convenios o contratos: ocho de los doce casos analizados reportan haber establecido un convenio o contrato para la realización específica del proyecto de colaboración. A pesar de la existencia de relaciones personales e informales previas, en la mayoría de los casos analizados las colaboraciones tienden a formalizarse para el cumplimiento de objetivos específicos. Sin embargo, también se desprende de la información analizada, que la terminación de los proyectos o el cumplimiento de los objetivos no implica el desvanecimiento de las interacciones entre los miembros participantes de la red, pero sí genera nuevas formas y dinámicas de interacción entre ellos, en las que no participan necesariamente todos los integrantes que previamente conformaron la red. Esto nos lleva a argumentar que si bien las redes analizadas tienen un fuerte componente de informalidad basada en lo que se denomina relaciones débiles, en la mayor parte de los casos estas interacciones se formalizan para el cumplimiento de objetivos específicos, y cuando estos son alcanzados se vuelve nuevamente a una relación basada en los lazos informales y ligas débiles (véase Luna y Velasco en este libro).

Las características y los ejes de análisis presentados en los pá-

rrafos anteriores, que tuvieron como propósito discutir la especificidad de los proyectos que se han considerado para este capítulo, son relevantes para generar observaciones cualitativas sobre el tipo de conocimientos que se intercambian entre el sector público y el privado. Una pregunta que se desprende de este primer acercamiento a los casos seleccionados es si la transmisión y el intercambio de conocimiento se ve favorecida por la existencia de relaciones estrechas, basadas en interacciones formales e informales, en procesos de larga duración y por ende en la generación de confianza técnica, o si dichos intercambios y flujos de conocimiento también son factibles en colaboraciones de corta duración y que no han pasado por procesos de aprendizaje tan complejos. Es decir, si se puede hablar tanto de redes de conocimiento que se construyen en el corto como en el largo plazo.

2. Sobre el tipo de conocimiento que se intercambia y se transfiere

Con el propósito de analizar la naturaleza del conocimiento que se intercambia y se transfiere en las interacciones entre academia y empresa, se hará referencia a distintas características de dicho conocimiento a partir de las cuales se generan diversos tipos flujos entre estos dos sectores.

Un primer aspecto que interesa destacar es si en estos flujos lo que se intercambia es información o conocimiento. Aunque se ha sostenido más arriba que es difícil establecer esta distinción, lo que ha llevado incluso a que diversos autores en esta temática hayan evitado la discusión, se intentará hacer un acercamiento a partir de los datos disponibles.

Posteriormente se analizará el peso que tiene el conocimiento codificado y el tácito en los proyectos de interacción seleccionados. Diversos trabajos han documentado la importancia que tiene el conocimiento denominado codificado o formal y el tácito en dichos procesos de desarrollo tecnológico. Para tales propósitos se utiliza la definición de Gibbons, *et al.* (1994), quienes sostienen que el conocimiento codificado requiere ser suficientemente sistemático para ser escrito o guardado y se encuentra generalmente expresado en publicaciones, patentes y artefactos y de alguna manera es el resultado del conocimiento tácito que se codifica en esas

formas. Por el contrario, el conocimiento tácito no está disponible en forma de texto y debe ser observado como el que reside en las cabezas de quienes trabajan en procesos particulares de transformación o el que está incluido o personificado en un contexto organizativo particular (Gibbons *et al.*, 1994). Asimismo, las aportaciones de Senker y Faulkner (1996), quienes han centrado sus análisis en las interacciones entre academia y empresas para determinar cómo se generan los procesos de innovación, son sugerentes para este análisis. Estas autoras sostienen que el conocimiento tácito se expresa en el conocimiento personal que poseen los científicos y los ingenieros y otro tipo de técnicos y que ha sido adquirido a través de su educación formal o de la experiencia. Se trata por tanto de conocimiento técnico o de conocimiento científico que puede llegar a ser nuevo conocimiento.

Una tercera distinción que se utilizará para analizar los flujos de conocimiento es si se trata de conocimiento existente, nuevo o de frontera. En investigaciones realizadas con anterioridad (Casas [coord.], 2001), se ha documentado la importancia que tiene el conocimiento previamente acumulado o existente, que forma parte de las capacidades generadas en las universidades y centros de investigación públicos, para la mejora de los procesos productivos de las empresas. Se han analizado diversos estudios de caso (Casas, 2001; De Gortari, 2001; Santos, 2001), en los que estos conocimientos han sido importantes para resolver problemas puntuales de las empresas y de otros sectores productivos. Sin embargo, también se ha documentado que en el establecimiento de colaboraciones entre academia y empresas el conocimiento nuevo, de frontera y la recombinación de conocimiento también son relevantes para resolver problemas específicos de las empresas.

Y, la última característica que se destacará en esta sección es si el conocimiento que se intercambia o transfiere entre la academia y la empresa, tiene un carácter disciplinario o si está basado en el concurso de varias disciplinas, lo cual ha sido documentado como un rasgo de una nueva forma de producir conocimientos, cuando este se enfoca a la solución de problemas (Gibbons, *et al.*, 1994). En trabajos anteriores, se ha documentado que en la resolución de problemas planteados en las interacciones entre academia y sectores productivos, el conocimiento multidisciplinario e interdisciplinario está jugando cada vez un papel más importante (Casas, 2001).

CUADRO 3. *Tipo de información que se compartió desde la perspectiva de la academia y la empresa*

<i>Tipo de información</i>	<i>Academia</i>	<i>Empresa</i>
De mercado	*	
Técnica	**	***
De procedimientos	***	***
Científica	**	***

*** Muy Importante. ** Medianamente importante. * Poco importante.

FUENTE: Elaboración propia a partir de la pregunta 41 del cuestionario aplicado para el proyecto.

¿Información o conocimiento?

La identificación del tipo de insumos que se intercambian y de dónde proceden, es un elemento importante para sustentar el análisis y para sostener si el tipo de relaciones que se construyen se constituye en redes de información o redes de conocimiento. Asimismo, la procedencia de estos insumos, es relevante para discutir aquellos en los que la academia y las empresas tienen un mayor interés.

Un primer acercamiento a este aspecto se deriva de la pregunta 41 del cuestionario *¿en qué medida se compartió o no información?*, cuyos resultados se concentran en el cuadro 3 y del cual se pueden desprender algunas observaciones para diferenciar información de conocimiento.

De este cuadro resulta interesante destacar que desde la perspectiva de la academia se compartió mayormente información sobre procedimientos y en menor medida información técnica y científica, siendo la de mercado poco relevante para este sector. En tanto que para la empresa, tanto la información técnica, la de procedimientos, como la científica fue igualmente importante. Esto lleva a plantear algunas observaciones, en el sentido que tanto la empresa como la academia se benefician del intercambio de información a través de los proyectos de colaboración. Sin embargo, este intercambio supera la propia información, ya que en el caso de la científica y la de procedimientos implica el manejo de conocimientos, que forman parte

CUADRO 4. Tipo de insumos que se intercambian de acuerdo con la academia y la empresa

INFORMACIÓN/ CONOCIMIENTO		Para la academia	Para la empresa
Información Conocimiento	Datos	**	**
	Ideas	***	**
	Habilidades	*	***
	Experiencias	***	***
	Métodos	***	*
Valores		*	***

*** Muy importante. ** Medianamente importante. * Poco importante.

FUENTE: Elaboración propia a partir de la pregunta 44 del cuestionario aplicado para el proyecto.

de las habilidades y experiencias tanto de los investigadores académicos como de los técnicos de las empresas.

La forma más común de los intercambios entre academia y empresa en los casos estudiados es el de ideas, experiencias, habilidades, métodos y valores (cuadro 4); es decir, de conocimiento, mayormente tácito, que se expresa en la experiencia personal que poseen los científicos y los ingenieros y otro tipo de técnicos y que ha sido adquirido a través de su educación formal o de la experiencia. Se trata por tanto de conocimiento técnico o de conocimiento científico que puede llegar a ser nuevo conocimiento (Senker y Faulkner, 1996) y que por tanto va más allá de la propia información. El intercambio de información en los casos analizados también está presente en la forma de datos, pero la construcción de redes no se limita exclusivamente a la información como se documenta en este cuadro.

Un caso que ilustra una interacción que se sostiene en un mayor intercambio de información es el de Cajas Solidarias. Como se ha señalado más arriba este proyecto tiene como propósito desarrollar un sistema de información financiera que fortalezca la operación, administración y manejo de estas cajas, que consisten en un programa de créditos y ahorro para los campesinos. Por lo tanto se trata de reemplazar el sistema anterior de manejo de la información con un software y con la capacitación de recursos humanos. Este proyecto aún se encuentra en proceso y en su primera etapa generó un flujo de información impor-

tante de parte de los empleados de las Cajas a las entidades participantes de la UNAM, mediante lo cual se ha tenido la intención que los técnicos que elaboran el programa de cómputo conozcan todos los pasos administrativos que se requieren cubrir en la administración de las Cajas Solidarias. Esto ha implicado, de acuerdo a uno de los entrevistados, que los técnicos de la academia tuviesen una primera etapa del proyecto para obtener la información sobre las normas y estándares a nivel contable financiero y de software tanto de la Comisión Nacional Bancaria como del Fondo Nacional de Empresas Solidarias (FONAES). Esta información, de acuerdo a uno de los entrevistados, es necesaria en un principio, ya que los técnicos de software necesitan entender las necesidades del cliente y a partir de allí empezar la etapa de programación, que es un trabajo exhaustivo.

Por eso son los propósitos de nuestras reuniones, para que esté perfectamente claro que es lo que les podemos ofrecer y qué es lo que ellos pueden esperar como usuarios.

En este caso, y por el grado de desarrollo del proyecto, se trata de interacciones y de redes de relaciones que se construyen sobre el intercambio de información. Sin embargo, en los demás casos considerados para el análisis, las redes se construyen con el interés de intercambiar y hacer fluir conocimiento para el logro de objetivos específicos, en la mayor parte de los casos planteados por las empresas. Esto nos lleva a argumentar que las empresas recurren a la academia en busca de conocimiento, ya que con la sola información que circula en los ámbitos empresariales no pueden resolver sus problemas técnicos. Sin embargo, estos intercambios de conocimiento, también implican intercambio de información, generalmente de tipo técnico.

Un ejemplo de importantes flujos de información y conocimiento es el proyecto Cip-Comex/UNAM, en el cual la misma empresa afirma que tanto en el intercambio de ideas como de información el flujo se da preferentemente de la academia a las empresas. Esta afirmación resulta interesante, ya que esta red se construyó en una colaboración con una empresa que tiene un centro de investigación, en este caso en polímeros, que sin embargo busca el conocimiento que genera la academia en este campo de especialización y que le resulta de utilidad para mejo-

rar las normas de calidad de los pigmentos que se emplean en la parte productiva. Es importante enfatizar que el mejoramiento de la calidad de los pigmentos requirió de capacidades de investigación muy especializadas y de conocimiento novedoso sobre las propiedades ópticas de los materiales para evaluar la administración de la luz en los agregados de *titanium*, que son problemas de investigación básica, sobre los cuales en general no trabajan las empresas que tienen áreas de investigación.

Otro ejemplo que implicó un mayor intercambio en dirección de la academia a la empresa, y que estuvo basado principalmente en información técnica, es el del CIQA con una empresa en el área de polímeros, que se orientó a la mejora de calidad de un producto. El problema fue resuelto una vez que la empresa proporcionó al centro de investigación «...todos los datos que ellos deberían proporcionar, condiciones de operación, de formulación, tiempos...» y el centro de investigación aportó información existente, de tipo técnico especializado, que no implicó propiamente el desarrollo de investigación, sino el análisis de procedimientos de un proceso. En este caso es difícil poder afirmar si el problema se resolvió con información que ya era del dominio público o si esta implicó conocimiento solamente existente en el centro de investigación.

¿Codificado o tácito, existente, nuevo o de frontera, disciplinario o interdisciplinario?

De la pregunta del cuestionario sobre *¿cómo se presentan los avances parciales del proyecto?* y si *¿el proyecto ha dado lugar a publicaciones y patentes?*, se han desprendido datos, que permiten diferenciar entre conocimiento tácito y codificado. De los totales obtenidos para los 27 cuestionarios considerados, en el cuadro 5 se sistematiza, en forma cualitativa, la información referente a estos aspectos del conocimiento.

Resulta interesante observar que en los proyectos seleccionados se comparte conocimiento codificado, pero no en las formas clásicas que este se genera en los países desarrollados (Faulkner y Senker, 1996; Vithlani, 1996) y que se expresa en publicaciones conjuntas y patentes,¹⁰ sino mediante otros mecanismos que son

10. En este caso la propuesta de trabajos recientes (Breschi y Lissoni, 2001), en el

CUADRO 5. Tipo de conocimiento que se intercambia

Codi- ficado	Tácito	Disci- plinario	Varias disci- plinas	Ya exis- tente	Relati- vamente nuevo	De fron- tera
***	*	—	***	*	**	*

*** Muy importante. ** Medianamente importante. * Poco importante.

FUENTE: Elaboración propia, a partir de las preguntas 5Bis, 36 A y B, 44, 45 y 53 del cuestionario aplicado para este proyecto.

los reportes técnicos de avances del proyecto presentados por escrito y manuales de laboratorio, que fue la forma mencionada para 23 de los entrevistados. Estas formas implican la codificación del conocimiento adquirido en los procesos experimentales o en la observación de los procesos, ya que éste se expresa de forma escrita y está guardado en estos documentos (Gibbons, *et al.*, 1994). La elaboración de estos reportes supone un ejercicio de codificación de lo observado en la parte experimental, en el funcionamiento de experimentos o de plantas piloto. En general estos reportes son realizados por la empresa, quien tiene una práctica importante de generar este tipo de insumos internamente. Cabe resaltar que estos ejercicios se realizan cuando la empresa ha sido la demandante de conocimiento.

Esta actividad de expresar formalmente el conocimiento, las prácticas y los procedimientos que se han ido avanzado en la colaboración, tomaría la forma de lo que Cowan *et al.* (2000) llaman conocimiento desarticulado, que puede adquirir estas formas codificadas, pero que solamente es accesible a un grupo que comparte una base de conocimiento común que de alguna forma está codificado en un lenguaje específico (*jargon*), en contraposición a lo que los autores llaman conocimiento articulado que está codificado pero que es comprensible y transparente para los no especialistas (libros de texto, manuales, estándares). Es decir, estos reportes sólo pueden ser comprensibles para los actores que participan en la formación de estas redes.

sentido que se requiere avanzar hacia análisis cuantitativos más ricos de indicadores de intercambio de conocimiento, utilizando algunos que aún juegan un papel prominente, como las patentes y el conteo de innovaciones, resultan poco significativos para los hallazgos de esta investigación.

Por otro lado, la generación conjunta de patentes entre la empresa y la academia, que implica un proceso de codificación de conocimiento, es decir de formalización de los detalles técnicos de un proceso o producto, es algo que interesa a las empresas pero que no se caracteriza por ser una práctica extendida en los casos revisados ya que sólo en un caso dio lugar a una patente y ésta fue registrada conjuntamente a nombre del empresario y los académicos (caso Enertec/CINVESTAV-S) que participaron en el proceso del diseño de una máquina específica para resolver el problema planteado por la empresa.

En general, el personal entrevistado en las empresas, reveló que las publicaciones no son uno de los objetivos centrales para difundir los resultados cuando realizan proyectos conjuntos con la academia y efectivamente es así, ya que sólo dos entrevistados reportaron haber publicado resultados. Esto se debe principalmente al problema de confidencialidad que surge en la realización de un proyecto en colaboración entre la academia y las empresas, en donde el conocimiento generado tiende a privatizarse y a no difundirse hasta que ha sido empleado por la empresa. Así algunos representantes de las empresas argumentaron que:

Nosotros no estamos en contra de las publicaciones pero si queda una cláusula escrita de que todo lo que se va a publicar tiene que estar presentado primero a la empresa y tiene que tener la autorización escrita por la empresa; no queremos que se oculte la información pero también no queremos que se divulgue algo que pueda ser estratégico que pueda revelar el fondo de esta investigación entonces, si estamos de acuerdo en las publicaciones pero siempre y cuando haya alguna autorización por escrito de la empresa, pero todavía en este caso no tenemos el resultado final no tenemos nada que publicar.

[...] cuando trabaja alguien para nosotros no queremos publicaciones de ningún tipo, la regla es que si alguien quiere publicar algo, publica patentes.

Este problema ha sido tratado por Bonaccorsi y Piccaluga (1994), quienes detallan los riesgos que tiene la falta de confidencialidad en el conocimiento e información que se deriva de las colaboraciones: uno es que los académicos se apropien de los resultados que se derivan de la colaboración y que los utilicen para formar sus propias empresas y, el otro, que el personal de la uni-

versidad actúe como intermediario en la difusión de información que beneficie a los competidores de la empresa. Estas dos razones explican en gran medida la falta de interés de las empresas en la publicación de los resultados de las investigaciones.

No obstante lo anterior, y a pesar de ser una práctica poco extendida en México, se pueden dar ejemplos (caso Macro proyecto Resistol, caso Galvak/CINVESTAV-S) que dieron lugar a publicaciones conjuntas entre personal de la empresa y la academia, cuando el objetivo fue el desarrollo de investigación científica y tecnológica básica a demanda de la empresa. De lo anterior se desprende, que existe el interés por publicar conjuntamente, sobre todo en los casos en los que el objetivo es el desarrollo de investigación científica y tecnológica a demanda de la empresa, en campos de frontera y cuando la empresa cuenta con áreas destinadas a la investigación que incluye la básica y cuyo personal tiene una formación y capacitación a nivel de posgrado. Es decir, cuando del lado de la empresa sus participantes tienen una formación mixta como académicos y como empleados que trabaja para solucionar sus problemas apoyados en el desarrollo del conocimiento.

Como puede apreciarse en el cuadro 5, y de acuerdo a la pregunta sobre la forma de presentar los avances parciales del proyecto, se desprende que para estas actividades el intercambio de conocimiento tácito es menor que el codificado. Sin embargo, el cuadro 4 nos da una mejor idea de la intensidad del conocimiento tácito, ya que éste se transmite o intercambia a través de ideas, habilidades y experiencias, que son capacidades incorporadas en los individuos que se adquieren a través de la formación formal e informal y que generalmente se intercambian en relaciones cara a cara entre los participantes de las redes. Para la academia las ideas y las experiencias son de gran importancia, en tanto que para las empresas las habilidades y la experiencia tienen un peso mayor. Es de subrayarse aquí la importancia que para las empresas tienen los valores que se intercambian con la academia, y aunque estos no forman parte del conocimiento, permiten dar un carácter más estrecho a las redes de relaciones.

El análisis del conocimiento tácito también se apoya con la información obtenida en el cuadro 6 que se discutirá en la tercera sección. La movilidad de personal de la academia a las empresas y viceversa fue bastante importante en los proyectos analizados. Esta movilidad, como lo ha mostrado la literatura,

implica interacciones cara a cara y por ende un flujo importante de conocimientos implícitos o tácitos.

Otro aspecto importante a considerar en el análisis del conocimiento tácito, tiene que ver con la procedencia de la iniciativa del proyecto de colaboración. Así, de los casos analizados se ha observado que cuando la iniciativa proviene de la empresa, existe un mayor intercambio de conocimiento tácito y que se finca en una gran movilidad de personal en los dos sentidos (de la academia a la empresa y viceversa). Aquí son de destacar los proyectos que tienen como objetivo la formación de recursos humanos idóneos para las necesidades de las empresas (UniCemex/UANL; Hytemp/Hylsa/UANL; y el de UniVitro), cuyos propósitos centrales han sido que la academia desarrolle programas de formación a nivel el posgrado, que sean acordes con sus necesidades y áreas de interés. En este caso hay un flujo permanente de información y conocimiento tácito que es transmitido principalmente por los estudiantes, quienes realizan estancias en las empresas, pero reciben también entrenamiento en las universidades (véase capítulo de De Gortari y Santos en este libro). Sin embargo, este intercambio de conocimiento a través de la movilidad de estudiantes no es exclusivo de los proyectos que tienen como objetivo la formación de recursos humanos. En general, puede afirmarse que los estudiantes y su movilidad entre la academia y las empresas son un medio importante de intercambio de conocimientos en todos los proyectos analizados en este trabajo.

Lo anterior nos lleva a sostener que el conocimiento tácito tiene una gran importancia en estos proyectos y se transmite a través de intercambios verbales, cara a cara o mediante la observación repetida de prácticas incorporadas en los investigadores o en los trabajadores (Bonaccorsi y Piccaluga, 1994, 237) y agregaríamos que en los estudiantes.

Por otro lado, cuando el proyecto de colaboración surge por iniciativa de la academia, el flujo de conocimientos en los proyectos analizados es más limitado y se circunscribe a visitas del personal académico a la empresa (caso CFata-Cemex), en tanto que el flujo de conocimientos de la empresa a la academia es menor. Es decir, estos proyectos a iniciativa de la academia, que aunque se orientan a problemas o aspectos de interés para las empresas, no generan tanto intercambio de conocimientos ni movilidad de personal de la empresa. Este planteamiento

puede también refrendarse con otros estudios de caso que han sido desarrollados en el campo de la biotecnología, en los que la iniciativa y la identificación de problema y el objetivo están dados por la academia, y en los que las relaciones con los sectores productivos son bastante débiles (Casas, 2001).

Cuando los proyectos surgen a iniciativa de la empresa, ésta recurre a los centros de investigación porque sabe que en estas instituciones existen habilidades, conocimiento y experiencia que puede servir para resolver los problemas, lo que para la empresa significa que el prestigio de las instituciones académicas tiene cierto grado de garantía en que contribuirán a la solución de sus problemas. En este sentido, las empresas recurren a las instituciones académicas porque cuentan con personal que posee el conocimiento tácito (proyecto de Straps con Enertec/CINVESTAV- Saltillo, caso Macroproyecto Resistol, caso CIQA, caso Galvak/CINVESTAV-S/UANL), que las empresas consideran fundamental para resolver los problemas que enfrentan, por ejemplo en metalurgia no ferrosa, polímeros y metalurgia del acero. Se trata en general de conocimiento muy especializado.

Lo anterior nos lleva a sostener como lo han hecho otros autores que el desarrollo tecnológico es un proceso acumulativo, sistémico e incierto, donde los conocimientos tácitos y los procesos de aprendizaje desarrollan un papel fundamental (Arvanitis y Dutrenit, 1997). La información recogida también es útil para fundamentar las hipótesis planteadas por Bonaccorsi y Piccaluga (1994, 245) en el sentido que «la propensión de las empresas de entrar en colaboraciones con la academia, está positivamente relacionada con el nivel de conocimiento tácito involucrado en la relación». Asimismo, «entre más alto es el nivel de conocimiento tácito involucrado en la relación, más alta será la frecuencia e intensidad de intercambio de información y personal y más rico el intercambio de información a través de canales personales».

La importancia de las áreas de I+D en las empresas para los flujos de conocimiento

En los casos en que los objetivos de los proyectos de colaboración están orientados al desarrollo de investigación científica y tecnológica a demanda de la empresa cuando ésta cuenta con

área de I+D, la colaboración se apoya en la existencia previa de conocimiento en la academia que es interés para las empresas. A partir de éste, el proceso de investigación conduce a la generación de conocimiento nuevo que no existía antes (caso Hytemp-Hylsa en donde se pasa a un proceso de línea continua, que mejora la competitividad de la empresa a nivel internacional; caso Enertec/CINVESTAV-S, que dio lugar a una nueva máquina y a dos patentes; caso Cip-Comex/UNAM, que dio lugar a una línea de investigación en propiedades ópticas de pigmentos para pinturas) y, en algunos casos inclusive, al conocimiento de frontera como en algunos proyectos en el campo de materiales (caso PEÑOLES/UANL, orientado a nuevos materiales de construcción a partir de un desarrollo de proceso y producto utilizando subproductos) y polímeros (caso Macro proyecto Resistol orientado a nuevas propiedades y aplicaciones de polímeros vía extrusión reactiva). Otros autores (Pirela, Arvanitis, Rengifo y Mercado, 1992) han sostenido que en el caso de la industria química en Venezuela, las empresas que más vínculos tenían con centros de investigación son las empresas que tenían ya su propia unidad de investigación y desarrollo.

Cuando las interacciones se construyen entre la academia y empresas que no tienen área de I+D, el conocimiento que se utiliza tiende a ser el ya existente (caso CIQA, caso Galvak/CINVESTAV-S/UANL), que se orienta a resolver problemas puntuales de las empresas, en estos casos la mejora del proceso y del producto para resolver los problemas de calidad que tenía la empresa.

De lo anterior se puede plantear, a manera de hipótesis, que aquellos proyectos para el desarrollo tecnológico que se establecen entre la academia y empresas que cuentan con áreas de I+D, se apoyan o se construyen sobre conocimiento más complejo y en el desarrollo de investigación básica, que generalmente no se realiza en la empresa. Esto propicia el flujo e intercambio continuo de conocimientos entre los sectores público y privado, fundamentalmente a través de la movilidad y el intercambio cara a cara entre los actores y en ambas direcciones. Estas redes tienden a estar construidas sobre el desarrollo de conocimiento nuevo y/o de frontera, que genera en ocasiones la publicación y el registro de patentes.

Por otro lado, aquellas redes que se construyen entre la academia y las empresas que no cuentan con departamentos de

I+D, tienden a sostenerse en conocimiento de tipo convencional o ya existente, en donde el flujo se da predominantemente en un sentido, de la academia a la empresa, y que se sustenta en gran parte en conocimiento tácito para mejorar procesos y productos que repercutan en la calidad y competitividad de la empresa (caso Hylsa/UANL o caso Galvak/CINVESTAV-S, en los que se buscan mejoras en la industria siderúrgica).

Los espacios regionales de conocimiento en los intercambios y flujos de las redes

En otros trabajos (Casas, *et al.*, 2000, 2001), hemos documentado que estas interacciones y los intercambios de conocimiento son más factibles cuando se han generado previamente espacios regionales de conocimiento, en los que se ha acumulado la generación de capacidades científicas y tecnológicas en el plano institucional y en donde se ha transitado por procesos de aprendizaje y formación de redes informales entre diversos actores. Estas evidencias nos llevan a indagar si el flujo de conocimiento entre academia y empresas en los casos considerados en este trabajo se ve favorecido por la existencia de esos espacios; si por lo tanto puede considerarse esta construcción institucional previa y el capital social acumulado como un elemento que intensifica la transmisión y el intercambio de conocimientos; o, si también se presentan experiencias en las que, a pesar de la no existencia de espacios de conocimiento, se han logrado construir intercambios de conocimiento importantes entre distintas instituciones que han apoyado los procesos de desarrollo tecnológico e innovación.

En los casos considerados puede confirmarse que la proximidad física parece ser un factor que ha incentivado el intercambio de conocimiento. Algunos técnicos entrevistados en Peñoles consideran que:

[...] siempre es más fácil estar revisando un proyecto que lo tenemos a la vuelta de la esquina, ir a verlo las veces que sea necesario y la otra [razón] es muchas veces por ejemplo de la gente que trabaja aquí dentro [en la empresa], han sido egresadas de ahí [de la universidad] y de alguna manera conocen alguno de los maestros que siguen en la Universidad y ellos son a veces el pri-

mer contacto les dicen pues oyes pues ven a vernos a ver que proyectos podemos hacer y ya después del primer contacto pues ya depende del resultado que nos de la institución para que esa relación siga creciendo...

Sin embargo, se observa que algunas empresas (Hylsa, Ener-tec) no circunscriben sus redes de conocimiento y los flujos a las entidades académicas de la localidad y la región. También hacen uso del conocimiento que se encuentra en otras instituciones académicas aunque no tengan cercanía física con las empresas; este es el caso de la red de Materiales en la que está inscrita la misma industria Peñoles, citada anteriormente, y que integra a un conjunto de instituciones de diferentes entidades federativas.

En otros proyectos, como por ejemplo el Macro Proyecto Resistol, la red se constituyó mediante la integración y recombina-ción de conocimientos existentes en diversas instituciones localizadas en diferentes regiones del país: así se integraron la UNAM y la UAM, localizadas en el D.F.; la Universidad de Guadalajara, el Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), localizado en Saltillo Coahuila, y el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Polímeros (CIT) de GIRSA ubicado en el Estado de México. Esta institución, que fue la promotora del proyecto, deliberadamente buscó:

[...] reunir infraestructura y capacidades, [ya que] a pesar de que GIRSA se ha preocupado por tener un área de desarrollo tecnológico es imposible que pueda tener todas las alternativas analíticas, por ejemplo que tiene el Instituto de Física [de la UNAM] con su microscopio electrónico entre muchas otras cosas, la Facultad de Química [de la UNAM] en sus áreas de síntesis orgánica y de analítica y así cada institución tiene un área que de alguna manera es prioritaria o se ha desarrollado más. Entonces para un país como el nuestro el poder reunir todos estos elementos es fundamental para hacer una investigación de gran importancia.

Este enfoque rebasa en mucho la proximidad física de las capacidades y la construcción de espacios regionales de conocimiento (otros casos de esta naturaleza han sido documentados por Casas, 2001; De Gortari, 2001; y Santos, 2001), por lo que las redes de conocimiento y los flujos que de éstas se derivan se generan a pesar de la distancia geográfica pero siempre apoyán-

dose en la existencia de capacidades previamente generadas. En este sentido cabría hacer notar que cuando la red es coherente (Arvanitis y Dutrenit, 1997), es decir que todos los participantes están en contacto y está apoyada en capacidades de conocimiento importantes, la existencia de capacidades y procesos de aprendizaje en diversas regiones estimula el flujo de conocimiento ni la movilidad entre los participantes. Esta observación ya había sido hecha con anterioridad, con referencia a que la conformación y los alcances regionales de las redes de conocimiento que van desde aquéllas que se construyen en el nivel local o estatal, aquéllas que integran a varias entidades federativas cercanas y las que superan el plano estatal o regional y conforman regiones *ad hoc* (Casas, Luna y Santos, 2001, 360).

Así, en los casos considerados para este trabajo tenemos que nueve de los doce proyectos analizados se construyen en el D.F. (2); en Nuevo León (5) y Coahuila (2). En el caso del D.F., porque concentra las mayores capacidades de investigación del país. En cuanto a Nuevo León y Coahuila se caracteriza por disponer de espacios regionales de conocimiento, que se integran por la existencia de capacidades de investigación en distintas instituciones y por le emergencia de redes de conocimiento con sectores especializados como son el de la industria de la minero metalúrgica y de la fundición, el sector agroalimentario y el químico-farmacéutico, automotriz y el de servicios (Casas y Luna, 2001). Destaca en estos casos el estado de Nuevo León, en el que se observa una dinámica importante de colaboraciones entre los sectores público y privado, y que refrenda una dinámica presente en este Estado desde hace varios años, en donde las instituciones generadoras de conocimientos y las empresas promueven la formación de redes importantes para apoyar los sistemas productivos de importantes empresas nacionales (véase Casas y Luna, 2001; Luna, 2001).

De los tres proyectos restantes se observan las siguientes características: uno integra a dos entidades vecinas (Nuevo León y Coahuila); otro integra una red que considera instituciones de Querétaro y Nuevo León, en donde la lejanía física, podría explicar de alguna forma el escaso flujo de conocimientos que se ha generado en este proyecto (CFata-UNAM/Cemex), además de tratarse de un proyecto que surge por iniciativa de la academia. Y, en el proyecto restante, se logra conformar una región *ad hoc*, que integra a los estados del D.F., Coahuila y Jalisco, cuyas peculiaridades fueron

expuestas más arriba (Macro Proyecto Resistol) y que también están ubicadas en espacios de conocimiento importantes.

Ejemplo que ilustra el intercambio de conocimiento

El Macro Proyecto Resistol, que tuvo vigencia entre 1990 y 1994, estuvo basado en el trabajo en equipo que se propició en este proyecto y que favoreció la formación de una red estrecha y coherente¹¹ que integró a un conjunto de instituciones, por donde fluyeron los conocimientos, predominantemente en forma tácita, mediante relaciones y encuentros cara a cara y discusiones académicas. Además de los encuentros personales, la vía telefónica fue el medio por el cual se comunicaron los coordinadores del proyecto en las diversas instituciones participantes y de lo que puede deducirse que este fue también una vía de transmisión de conocimiento e información. Cabe hacer notar que este proyecto se realizó en la primera mitad de los años noventa cuando el correo electrónico aún no era un medio de comunicación muy extendido.

En este proyecto fundamentalmente se compartió tanto información como conocimiento. En el primer caso se trató de información técnica y sobre procedimientos muy especializada y en una forma muy importante, aunque también en menor medida se compartió información sobre mercados. Inicialmente el conocimiento fluyó del CIT-GIRSA a las universidades y centros de investigación públicos que participaron en el proyecto. Sin embargo, a medida que el proyecto avanzó el flujo de conocimiento de la academia hacia el centro de investigación empresarial fue muy valioso.

El conocimiento tácito que se compartió en este proyecto consistió predominantemente en habilidades, experiencia y resultados y, en menor medida, se compartieron métodos, puntos de vista y actitudes. La transmisión de conocimiento tácito y la codificación del mismo fueron actividades realizadas por mu-

11. Estuvo apoyada en interacciones basadas en relaciones previas entre algunos de los participantes, en capacidades de conocimiento existentes de gran calidad, en relaciones fluidas, de tipo formal e informal, que se construyeron en un plazo de tiempo relativamente largo. De acuerdo a Arvanitis y Dutrenit (1997), en esta red todos los participantes estaban en contacto, aunque no todas las relaciones de intercambio se constituyeron en relaciones estrechas. Sin embargo, en esta red se construyeron valores, creencias y prácticas comunes.

chos de sus integrantes y no exclusivamente por algunas personas clave. Esto se sustenta en el hecho que la interacción y la formación de la red de conocimiento se dio entre especialistas con un nivel de formación académica similar y un grado de conocimiento bastante especializado del tema en cuestión. Dicha situación facilitó la comunicación académica y también el intercambio de conocimiento e información. El alto grado en que se compartió conocimiento tácito, en gran medida se basa en las importantes relaciones personales y de trabajo previas entre muchos de los integrantes del proyecto, situación que generó que las relaciones continuaran aún después de la terminación del proyecto en 1994 y que muchos de los académicos se constituyeran en asesores permanentes del centro de investigación empresarial, actividad mediante la cual se ha continuado generando un flujo importante de conocimiento tácito, es decir, habilidades y experiencia adquiridos en este campo de investigación.

Es importante destacar que en este proyecto también se realizó un ejercicio de codificación de conocimiento, que se plasmó principalmente en reportes escritos, publicaciones conjuntas y tesis de grado. En el primer caso se tenía como propósito presentar los avances periódicos del proyecto, para informar al CONACYT (una de las instituciones financiadoras) de los avances del proyecto, por lo que ésta no era la forma establecida entre los investigadores y la empresa para compartir e intercambiar conocimiento, sino que era un requisito que se tenía que cumplir y que implicó poner por escrito el conocimiento adquirido. Este proyecto es un buen ejemplo sobre la práctica de realizar publicaciones conjuntas en coautoría entre los investigadores del centro de investigación empresarial y los de las otras entidades académicas y que es una práctica poco extendida en los proyectos de colaboración entre academia y empresas que se analizan. El conocimiento generado también fue codificado o expresado formalmente en tesis de grado que fueron elaboradas por estudiantes de las distintas instituciones académicas participantes. Es decir, que como resultado de la formación de esta red para la investigación en extrusión reactiva en síntesis de polímeros, se generó una gran cantidad de conocimiento codificado que fue expresado fundamentalmente de forma escrita. No obstante lo anterior, y de acuerdo a uno de los integrantes del proyecto, la publicación de los avances o de los resultados parciales no fue

la vía idónea para presentar el avance del conocimiento, ya que «...la gente que se dedica a la investigación dentro del área de polímeros en grupos muy productivos no publica sino hasta que ya patentaron»... «si se publica estás de alguna manera fortaleciendo otros grupos...». Sin embargo, es importante remarcar, como lo han hecho otros autores que han estudiado este caso, que «...este proyecto no se constituyó para resolver un problema específico de la empresa Resistol... Buscaba investigar sobre un tema novedoso, un método de producción desconocido en México...» (Arvanitis y Dutrenit, 1997).

Asimismo, y a diferencia de otros proyectos analizados en este capítulo, este Macroproyecto que tuvo una duración de largo plazo, no dio lugar a patentes, ya que, de acuerdo a uno de los integrantes entrevistados «...el problema planteado inicialmente no se resolvió en la extensión que se hubiese querido y los participantes no tuvieron tiempo para pensar en las patentes».

Un aspecto importante en cuanto al tipo de conocimiento que se intercambiaba o que se transfirió entre los integrantes del Macro Proyecto Resistol es que se trató fundamentalmente de conocimiento de frontera, ya que el tema de la extrusión reactiva a principios de los años noventa era un campo en desarrollo a nivel internacional y este equipo de trabajo fue pionero y estaba en la punta del desarrollo de este campo. Por lo tanto la colaboración academia empresa contribuyó a la generación de conocimiento, mucho del cual fue publicado en revistas internacionales. Asimismo, el conocimiento que apoyó la realización de este proyecto fue de tipo multidisciplinario, ya que implicó el aporte de «...química de polímeros, teoría termodinámica, caracterización física y química de los materiales, física de polímeros, reología y mecánica de fluidos» (Arvanitis y Dutrenit, 1997), tendencia que también se aprecia en otros de los proyectos de colaboración considerados en este capítulo (CFATA-UNAM/CEMEX).

3. Los canales, la movilidad de personal y la direccionalidad de los intercambios de conocimiento

Desde nuestra perspectiva el intercambio de conocimientos que influye en los procesos productivos y en el desarrollo de conocimiento científico y tecnológico está basado, en gran me-

dida, en la movilidad de personal entre el sector académico y los sectores productivos y viceversa, aspecto que ha sido documentado también por otros autores (Faulkner y Senker, 1994). En investigaciones anteriores (Casas [coord.], 2001) se ha sostenido la importancia de las relaciones informales y de las relaciones cara a cara, así como la movilidad de personal entre la academia y la empresa en ambas direcciones, como los canales a través de los cuales se transfieren e intercambian importantes conocimientos, principalmente de carácter tácito, que influyen en la mejora de procesos productivos y eventualmente en el desarrollo tecnológico y la innovación.

En los casos analizados el intercambio de conocimiento se realizó mayoritariamente de la academia a la empresa y en menor medida de la empresa a la academia.¹² Esto resulta lógico, puesto que, como se ha apuntado anteriormente, los proyectos de colaboración que se analizan surgen principalmente de iniciativas de las empresas, que por lo tanto deben resultar mayormente beneficiadas del flujo de conocimiento.

En el cuadro 6 se sistematiza la información sobre los principales canales para el intercambio de conocimientos en los proyectos analizados, atendiendo a la perspectiva de la academia y de las empresas entrevistadas, aunque puede apreciarse que hay diferencias poco significativas en las apreciaciones de cada uno de estos actores.

Destacan las visitas de investigadores de la academia y de técnicos de las empresas, los cursos de capacitación organizados por la academia, las estancias de estudiantes y las reuniones de asociaciones profesionales como los canales por excelencia para el intercambio de información y conocimiento. Los primeros dos aspectos son muy específicos de los proyectos que se analizan en este trabajo y que como se ha mencionado más arriba se construyen con empresas que tienen áreas de I+D. Las reuniones de asociaciones profesionales son importantes para el surgimiento mismo de las redes, tal como se desprende de la afirmación de uno de los entrevistados en la empresa Peñoles:

[...] después de muchas reuniones, esas reuniones no se dieron únicamente en la Universidad, nos encontrábamos en la ADIAT

12. Esta información se obtuvo de la suma de las respuestas a la pregunta 43 de cuestionario: ¿en qué dirección se realizó principalmente el intercambio?

CUADRO 6. *Canales para el intercambio de conocimientos en las redes de acuerdo a la academia y la empresa*

<i>Canales</i>	<i>Academia</i>	<i>Empresa</i>
Visitas de investigadores de la academia o técnicos de las empresas	***	**
Cursos de capacitación organizados por la academia	**	**
Estancias de estudiantes	**	***
Reuniones de asociaciones profesionales	**	**
Congresos académicos en México y en el extranjero	*	*
Estancias de investigadores de la academia en las empresas o de investigadores y técnicos de la empresa en la academia	*	*
Cursos de capacitación organizados por las empresas	*	*
Reuniones de asociaciones empresariales, reuniones sociales, exposiciones o ferias	**	*

*** Muy importante. ** Medianamente importante. * Poco importante.

FUENTE: Elaboración propia a partir de las preguntas 48 I, II y III del cuestionario elaborado para el Proyecto, sobre la base de 27 cuestionarios.

en las reuniones mensuales que tenemos nos encontrábamos en el IMIT, de repente pues vas haciendo una relación profesional y que cuando llega el momento [...] desarrollamos una cierta confianza y vemos que podemos intercambiar algunas experiencias y que van a ser en beneficio mutuo; pero mucho tienen que ver estos contactos a través de las redes de organizaciones de instituciones y organismos que existen en donde se afilian muchos especialistas y profesionistas de diferentes áreas.

Adicionalmente, varios de los proyectos considerados, utilizan el encuentro en congresos académicos y las estancias de investigadores de la academia como medios para intercambiar conocimientos. Cabe mencionar que la comunicación telefónica y el correo electrónico son canales muy utilizados, pero que redundan fundamentalmente en el intercambio de información lo que repercute en una menor frecuencia de reuniones y juntas.

En los proyectos que tienen como objetivo principal contribuir a la formación de recursos humanos de alto nivel, para lo cual las empresas realizan convenios formales con las universidades (casos

UniCemex, UniVitro y Hytemp-Hylsa), se genera una gran movilidad de personal entre la academia y la empresa en los dos sentidos y una participación activa de los estudiantes y de sus maestros en la solución de problemas concretos planteados por las empresas. Cabe destacar que esta movilidad se ve más favorecida en aquellos casos en los que el personal técnico de la empresa imparte docencia en la contraparte académica (caso Unicemex).

También se han observado casos en que la misma persona trabaja formalmente en la parte académica y en la parte empresarial. Es decir, en este caso son individuos que no actúan en la interfase, sino que forman parte de las dos instituciones, porque tienen un contrato laboral con ambas. Este es el caso del proyecto Cip-Comex/UNAM sobre propiedades ópticas de las pinturas, en el que el académico fue contratado por la empresa para trabajar en la solución de este problema, sin dejar su actividad académica. Su participación en el proyecto fue como asesor de Comex y en este sentido el académico opina que su institución académica no tuvo participación en el proyecto, lo que revela un caso en el que las interacciones se construyen fundamentalmente sobre los individuos y no las instituciones:

Un segundo caso sería el del Macro Proyecto Resistol, en donde uno de sus participantes trabajaba tanto en Resistol como en la Facultad de Química de la UNAM. Al tener un papel en las dos instituciones su actividad en la transmisión de conocimiento es fundamental, dada la movilidad que mantiene en forma continua entre una institución y la otra y el compromiso que tiene con ambas. Y, un tercer ejemplo es el proyecto de Cajas Solidarias, en el que varios administradores provenientes del Consejo Coordinador Nacional de Cajas Solidarias, que es una asociación civil, se trasladaron al Programa Universitario de Alimentos (PUAL) de la UNAM, para explicar y transmitir, en este caso, la información relativa a las formas de administración de ese programa sobre lo cual la UNAM elaboraría el programa (software) adecuado para su mejor funcionamiento. Es decir, que en esta última interacción se estaría hablando más de una red de información que de conocimiento. Estos casos de traslado temporal de personal de una institución a otra, parecen estar adquiriendo importancia, ya que en tres de los doce proyectos analizados se presentó esta modalidad.

Una forma de movilidad importante es la de los académicos

hacia la empresa, sobre todo cuando el proyecto surge a iniciativa de la empresa. En estos casos destaca la participación de los académicos en el uso de infraestructura de la empresa, en plantas piloto o en la utilización de aparatos que sirven para otro fin (caso ENERTEC/CINVESTAV-Salttillo), en interés de la industria metalúrgica:

Bueno, eran las reuniones de trabajo, básicamente ellos [los académicos] venían con ideas, acá teníamos algunas otras ideas, nos íbamos a la planta piloto, ensayábamos todo lo que se nos ocurría hasta que finalmente le dimos a la solución.

En estas redes, la empresa aporta conocimiento, expresado en experiencia y habilidades, infraestructura y recursos humanos. Esta movilidad hacia la empresa, también se extiende a otras empresas, sobre todo cuando los problemas han sido planteados por clientes que utilizan los productos, lo cual implica la movilidad de los recursos humanos de la empresa y de la academia a las instalaciones del cliente para hacer las pruebas necesarias. En este caso los conocimientos en los que se sustenta el proyecto que tiene como objetivo mejorar un proceso y un producto, incluyen no solamente los especializados de la empresa que lo produce y de la academia, sino también del usuario de algún proceso tecnológico (caso ENERTEC-CINVESTAV-Salttillo). Por lo tanto, la magnitud de la movilidad de personal entre la academia y la empresa y viceversa, lleva a enfatizar aún más que en estas relaciones el conocimiento que se intercambia es principalmente tácito y en el cual el intercambio de ideas, que se generan mediante visitas *in situ* a la empresa o mediante llamadas telefónicas, adquiere una importancia sustancial en la construcción de estas redes.

En el campo de materiales resulta importante resaltar la participación de estudiantes de licenciatura y de posgrado en la realización de los proyectos de colaboración. Estos son un canal importante para la transmisión e intercambio de conocimiento, que redundando tanto en la formación misma de los estudiantes como en la resolución de los problemas específicos de las empresas. En este campo también hay movilidad de personal de las empresas hacia la academia, que se expresa en que éste aprovecha las oportunidades de formación que brindan las universidades para realizar posgrados que actualicen y especia-

licen su formación (caso Peñoles con la UANL), en este caso en la maestría en materiales cerámicos que ha sido importante para la formación de personal, no sólo de esta empresa, sino de otras de la región regiomontana.

Otro canal importante para el intercambio de conocimientos es a través de los técnicos académicos, quienes en proyectos como el de CIP-COMEX/UNAM, juegan un papel muy importante en el seguimiento continuo y solución de los problemas que se van presentando en el desarrollo de la colaboración. En este caso resulta interesante distinguir los canales que se utilizan para el intercambio de información y los que se emplean para transferir conocimiento, para lo cual la siguiente cita de la entrevista de uno de los participantes resulta reveladora:

Quando tratamos solamente de estar transfiriendo información usamos un equipo electrónico, un correo un e mail, cuando tratamos de entender lo que estamos haciendo [*esto sería intercambiar conocimiento*] cada quien convocamos a una reunión y nos vemos en un lugar ya sea el Centro de Investigación o la Universidad.

Esto lleva a reafirmar que el intercambio de conocimiento requiere en gran medida de la interacción cara a cara, ya que mediante la discusión se genera un proceso para entender los avances que cada parte va logrando y que requiere de un lenguaje especializado. Sin embargo, no en todos los casos las reuniones involucran a todos los participantes en el proyecto. En general estos encuentros se realizan entre los responsables por parte de la empresa y de la academia y en forma menos frecuente con todos los integrantes. Parece ser que es en estas ocasiones, en las que se generan flujos más relevantes de conocimiento tácito que inclusive determinan el rumbo y orientación del mismo, tal como lo afirma uno de los entrevistados por parte de la empresa:

Realmente nosotros no tenemos mucha comunicación con los Investigadores de la Red; nosotros nos coordinamos más con la [...] responsable del proyecto [...] y ella hace todos los contactos con toda la demás gente; cuando hacemos reuniones normalmente son nada más nosotros con la responsable... si acaso eventualmente tenemos dos reuniones por año o a veces cada cuatro meses con todos los integrantes de la Red y es cuando hacemos los resúmenes de donde tomamos decisiones de cómo reorientar el proyecto.

Otro ejemplo de cómo se establecen los canales para el flujo de información y conocimiento es el del Macro proyecto Resistol, que conformó una red en la que se dio un gran flujo de conocimiento e información a través de las reuniones periódicas que se realizaron durante un periodo de cuatro años para discutir los avances del proyecto. Otro de los canales que propició el flujo de conocimientos en este proyecto fueron las visitas periódicas que se realizaron entre las instituciones participantes, lo que favoreció el flujo de conocimientos en diferentes direcciones, en ocasiones entre los centros de investigación públicos y en otras entre éstos y el CIT-GIRSA.

Este macroproyecto es un excelente ejemplo para ilustrar que gran parte del flujo de conocimientos estuvo sustentado en la movilidad de sus integrantes entre las instituciones participantes y una alta frecuencia de encuentros entre ellos en relaciones cara a cara. Esto se debió a que, por parte de la empresa GIRSA, se movilizaron los integrantes de su centro de investigación, hacia las otras instituciones de educación e investigación públicas participantes del proyecto (véase cuadro 1). Esta es una situación poco frecuente ya que muchas de las grandes empresas nacionales, no cuentan con estas unidades especializadas en investigación y por ende tampoco con personal dedicado a estas actividades. Así, este proyecto se alimentó de varios tipos de movilidad: estancias de estudiantes de la parte académica en el centro de investigación de GIRSA; visitas de investigadores del CID-GIRSA a otras instituciones académicas y viceversa; cursos de capacitación organizados por las instituciones académicas; participación conjunta en congresos académicos en México y en el extranjero y en reuniones de asociaciones profesionales; intercambio de materiales o materias primas que la empresa proporcionaba a los investigadores académicos, así como el uso indistinto del equipo, es decir tanto de la infraestructura del CIT-GIRSA como de la que tenían los propios centros de investigación académicos. Habría que agregar el intenso intercambio de información y conocimiento en forma de artículos y trabajos que los diversos participantes del proyecto reunieron y que intercambiaban permanentemente, lo cual les permitía ir generando una base de conocimiento homogénea en este campo, lo que sin duda facilitó la comunicación especializada.

Los canales de comunicación entre academia y empresa se

construyen en general a lo largo del tiempo, por lo cual se puede sostener a manera de hipótesis, que aquellos proyectos de colaboración que son de larga duración, tendrán canales más variados para el intercambio y el flujo de conocimientos, que aquellos otros cuya duración es de corto plazo (un año). Esta aseveración se fundamenta en que los proyectos de colaboración de larga duración analizados (entre cinco y ocho años), generan diversos tipos de acercamientos y persiguen diversos objetivos. Destaca la prestación previa de servicios especializados, y las relaciones informales cara a cara, que implican una movilidad importante de personal a través de los cuales se generan distintos canales para el intercambio de conocimientos. En los proyectos considerados en este trabajo, solamente en dos casos estaríamos hablando de colaboraciones de corto plazo, ya que aunque otros proyectos reportan que su realización será de un año o año y medio, han implicado colaboraciones previas entre las diferentes instituciones, lo cual hace que el proyecto actual esté enmarcado en una interacción de más largo plazo. Por el contrario, en los proyectos de corto plazo (caso CIQA), el medio de comunicación tiende a ser menos directo (por ejemplo vía telefónica) e implica un menor intercambio cara a cara.

4. Los resultados de los flujos de conocimiento

Desde nuestra perspectiva este es el tema que da sentido al análisis del intercambio de conocimientos en la formación de redes entre los sectores público y privado, ya que el interés por sus interrelaciones y el tipo y canales a través de los cuales fluye el conocimiento radica en poder determinar cuáles son los resultados de ese intercambio desde las dos perspectivas y cómo se expresan en términos de la construcción misma de las redes, así como en la solución de problemas y en la generación de conocimiento nuevo.

Se trata de un tema difícil de analizar para el cual se requiere de investigación de campo a profundidad y el seguimiento de los proyectos que han implicado la interacción entre academia, sectores productivos y gobiernos, con lo cual se estaría en mejores posibilidades de analizar sus resultados e impactos. Por otro lado, los resultados también son difíciles de evaluar, ya que varios de los

CUADRO 7. Resultados de las colaboraciones, de acuerdo a la opinión de la academia y de la empresa

	Resultados	Para la academia	Para las empresas
Generación de conocimiento (tácito y codificado) para la empresa o la academia	Capacitación o formación de recursos humanos	***	**
Innovaciones incrementales y radicales	Desarrollo de investigación científica	*	*
	Mejora de un proceso	***	*
	Mejora de un producto	*	*
	Nuevo proceso o nuevo producto	*	*
	Transferencia de tecnología	*	*
Mejoras técnicas en la empresa	Solución de un problema	**	*
Resultados políticos y sociales	Resolución de un problema social	**	
	Responder a una política gubernamental	*	*

FUENTE: Elaboración a partir de las preguntas 4, 5Bis y 54 del cuestionario elaborado para el proyecto, en las que los entrevistados pudieron responder simultáneamente a varias opciones.

proyectos están en curso y no han concluido con los objetivos planteados; además, en ocasiones los entrevistados tienen una versión distinta del tipo de resultados alcanzados. No obstante lo anterior, en este apartado se presenta un primer acercamiento al análisis de los resultados de las colaboraciones, a partir de la información recogida por los cuestionarios (véase cuadro 7).

Esta información ha sido sistematizada de acuerdo a la caracterización de resultados que se elaboró en otro de los capítulos incluidos en este libro (véase Casas, capítulo 1). En términos generales, puede apreciarse que los resultados tienen un peso mayor en los renglones de generación de conocimiento para la empresa y la academia, predominantemente a través de la formación de recursos humanos. En segundo lugar, los resultados se expresan en la mejora de procesos, que en ocasiones conllevan a la mejora técnica en los procesos de producción en las empresas, pero en muy baja proporción en la mejora de productos. En mucha menor intensidad se generan innovaciones

radicales o resultados en respuesta a la solución de problemas sociales o en atención a políticas gubernamentales. A continuación se detallan estos resultados, de acuerdo a las opiniones de la empresa y de la academia.

De los casos analizados se observa que para la empresa las interacciones con la academia se expresan en los siguientes resultados en orden de importancia:

a) El resultado más importante para la empresa fue haber conseguido disponer de recursos humanos bien formados y que han sido incorporados como empleados al haber finalizado sus estudios e inclusive antes de ello (caso UNICEMEX; PEÑOLES), o que han aprovechado los convenios conjuntos con las universidades para que sus técnicos se formen a nivel de posgrado.

[...] el 80 % o 90 % han salido tan bien formados que CEMEX los ha ya absorbido como empleados de la compañía en diferentes áreas, etc. Bueno pero saben que está muy bien formado que nos conoce que él se ha mestizado con nosotros es un hijo que hemos formado y la verdad es que la empresa los ha absorbido...

La mayoría de las grandes empresas consideradas en este trabajo consideran que las instituciones de educación superior y los centros públicos de investigación tienen capacidades y un gran potencial para orientar la formación de recursos humanos altamente especializados que necesitan estas empresas para mejorar sus procesos tecnológicos, lo cual se manifiesta en el hecho de que tres de los doce proyectos analizados hayan estado orientados exclusivamente a este propósito.

b) La mejora de un proceso y con ello la solución de un problema, donde los principales impactos fueron para la empresa el incremento de la competitividad (Caso Cip-Comex/UNAM; Hylsa/UANL; Enertec/CINVESTAV-S; Peñoles/UANL), para lo cual las redes se construyen con el propósito de mejorar los costos y la calidad de un proceso. En ocasiones se genera además, la solución de otros problemas que no había sido inicialmente previstos.

c) Asimismo se observa que los resultados tuvieron pocos impactos en la solución de un problema social, aunque es interesante subrayar algunas de las argumentaciones en este sentido, como el caso PEÑOLES/UANL:

[...] cuando terminemos creemos también que puede llevarnos a resolver problemas sociales. Nosotros aquí en Nuevo León tenemos unas temperaturas muy extremas y curiosamente los materiales que usamos de construcción pues no están adecuados para esto por que, son muy caros, o sea la gente que construye con materiales adecuados para protegerse más del calor y gastar menos energía obviamente le cuesta mucho más, solamente la gente de ingresos alto puede hacerlo. Nuestro objetivo es que podamos hacer los materiales que puedan ser tan económicos como los más económicos que hay, que tenga otras propiedades eso si ayudaría ahorita todavía no lo tenemos pero el objetivo es a la larga.

d) Es importante destacar que algunos de los resultados para la empresa se expresan en el desarrollo de la investigación científica, con lo que a través de estas colaboraciones se está contribuyendo a la generación de capacidades en campos de escaso desarrollo en México, como ya se ha documentado en otra sección y que a la larga repercutirá en el desarrollo tecnológico de su interés.

Resulta interesante hacer notar que, a diferencia de lo que se hubiese pensado, para la academia los resultados obtenidos no variaron mucho con respecto a los reportados por la empresa, aunque sí en intensidad. Esto se puede deber a que la mayoría de las iniciativas de estos proyectos provinieron de la empresa, por lo que los objetivos y por ende los resultados, estaban mayormente enfocados desde esa perspectiva. Sin embargo, de las entrevistas realizadas y de las opiniones vertidas por los académicos se desprende que:

a) Para la academia uno de los resultados se expresa en la realización investigación científica en áreas de interés individual o institucional, haber contado con mayores apoyos económicos para ello y haber avanzado, en ocasiones, en la generación de conocimiento nuevo y/o frontera en campos especializados. En los casos analizados, las colaboraciones academia-empresa sin duda alguna han significado un avance en el conocimiento en los campos de polímeros, materiales y metalurgia.

b) Asimismo, los resultados para la academia se expresan en la mejor formación y capacitación de sus estudiantes, al haber adquirido experiencia práctica adicional mediante su participación directa en proyectos para la solución de un problema

de la empresa (caso Cip-Comex/UNAM; etc.). Estos procesos repercuten en el tipo de orientación de los intereses de investigación de estos nuevos cuadros, al tener un fuerte incentivo para la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico, orientación que ha recibido poco estímulo en nuestro país.

De los proyectos analizados, y en particular aquéllos que se establecen mediante colaboraciones entre empresas que tienen áreas de investigación con la academia, se puede desprender que los resultados tienen características cercanas a los que resultan idóneos para la academia. Así, el proyecto Cip-Comex/UNAM, sobre mejoramiento de la calidad de las pinturas, tuvo como resultado la formación de un grupo interinstitucional de investigación aplicada en propiedades ópticas para apoyar en el largo plazo el desarrollo tecnológico. En este mismo sentido se expresan los resultados del Macroproyecto Resistol.

Es importante destacar que varios de los proyectos analizados, y de acuerdo a las opiniones de los entrevistados, tanto de la academia como de las empresas, los resultados más importantes se expresan en la generación de procesos de innovación. Sobre este aspecto es interesante destacar en primer lugar qué tipo de innovaciones se reportan y posteriormente abundar en el significado que los entrevistados otorgan al término innovación.

De acuerdo a los entrevistados, once opinaron que se habían generado mejoras de proceso, nueve opinaron que los resultados consistieron en innovaciones de proceso y ocho afirmaron que se trató de mejoras de producto. Con esta información puede sostenerse que las redes de conocimiento construidas en estos casos dieron lugar a muy pocas innovaciones radicales, es decir a un producto o proceso verdaderamente nuevo (Pérez, 1986) y, en aquellos casos en que lo hicieron, se trata de mejoras a productos y procesos, que en la literatura sobre innovación tecnológica han sido definidas como innovaciones incrementales (Pérez, 1986), cambios que, de acuerdo a Freeman (1984, citado por Pérez, 1986), sustenta el incremento general de la productividad, el aumento de la eficiencia técnica y la precisión en los procesos de las empresas. Efectivamente, de otra de las preguntas del cuestionario, ¿En su entidad el proyecto condujo a?, se pudo detectar que para las empresas el resultado significativo fue el aumento de la competitividad y los

cambios en las formas de trabajo (ya que estas respuestas las dieron aproximadamente un 30 % de los entrevistados).

Estos datos de los resultados de las colaboraciones academia-empresa que se expresan en términos de generación de innovación, son interesantes en sí mismos, no tanto por su magnitud, sino por el hecho que algunas de las grandes empresas en nuestro país, están recurriendo a las instituciones académicas para mejorar su productividad, eficiencia y la calidad de sus productos, que puede explicarse por el nuevo modelo económico sostenido en la apertura y la liberalización. Pero aún más, en la mayor parte de los casos, el conocimiento repercute indirectamente en la mejora de procesos y productos, ya que la vía más extendida es la captación de recursos humanos altamente especializados.

Para las empresas la innovación se entiende de la siguiente forma:

[...] la mejora de un proceso existente...; [...] es el mantener en la preferencia de los clientes productos y servicios que cumplan sus expectativas, tanto en calidad como en costo.

Esto confirma que la empresa no está pensando en innovaciones que lleven a un cambio tecnológico de sus procesos productivos.

Para la academia el proceso de innovación es:

[...] utilizar técnicas científicas para conocer y definir los problemas que afectan al costo y la calidad; [...] es aplicar los conocimientos desarrollados, conocimiento científico, para hacer algo que resolviera el problema, un problema que existe o una necesidad; innovación quiere decir que sea nuevo que no exista antes ahí es donde se encuentra la habilidad de la gente para detectar lo que aparentemente pueda ser un problema sea una Red de oportunidad y desarrollar algo que cumpla la satisfacción de eliminar esa necesidad.

Bueno la innovación tiene dos componentes principales; uno es el grado de novedad y el otro es el impacto que puede tener en la sociedad o en el sector industrial, entonces para que haya una innovación debe de tener los dos componentes.

En estas opiniones de parte de la academia está implícita la idea del proceso lineal de innovación, en donde ésta se genera a

partir de la investigación y del desarrollo del conocimiento científico. Por el contrario, en las breves opiniones transcritas respecto al significado de la innovación por parte de las empresas, este proceso se concibe como independiente del conocimiento científico y se expresa en la mejora, calidad y costo para atender las preferencias de los clientes, por lo que la concepción extendida en las empresas entrevistadas es la de la innovación incremental y no la radical.

Para ilustrar la diferencia de opiniones respecto a los resultados de las colaboraciones, se recurre nuevamente al Macro Proyecto Resistol, que ya está concluido y que es un buen ejemplo para este propósito. Para ello resulta sugerente mencionar que Arvanitis (1995) ha argumentado que una de las principales dificultades para explicar las relaciones entre la investigación y las empresas radica en la falsa idea de que la investigación produce resultados que se pueden usar, al igual que se consume un bien intermedio en un proceso productivo. Es decir, que la investigación no necesariamente produce innovación, idea que es compartida en las opiniones de algunos participantes de este proyecto.

Para alguno de los académicos participantes:

El proyecto sirvió poco, no se resolvieron los problemas y que como involucró a un grupo grande de investigadores, cada uno tenía una visión diferente del proyecto. Contribuyó fundamentalmente a generar redes de colaboración.

Otro de sus participantes por la empresa opina que:

[...] el proyecto tuvo como resultados nuevos productos y nuevos procesos, la capacitación de recursos humanos, se reunieron capacidades existentes en diversas instituciones para la síntesis de polímeros. [En fin]... se resolvieron los problemas planteados inicialmente... el problema se resolvió aunque no en la extensión que se hubiese querido, ya que no hubo tiempo para publicar patentes.

Sin embargo, este entrevistado no especificó si los nuevos procesos y productos fueron puestos en práctica en la empresa.

Uno de los aspectos que explica estas diferencias de opinión respecto a los resultados, es la idea que tiene del proyecto cada una de las partes.

Sí, sí había diferencias de opinión específicamente te digo porque las instituciones académicas defiende mucho las ideas de privilegiar los aspectos fundamentales básicos de un problema tecnológico, para fundamentar de esa manera el resultado final.

Otro de los académicos participantes opina que:

[...] no se solucionó un problema, ni tampoco hubo la mejora de un proceso, pero lo que sí hubo fue capacitación y formación de recursos humanos.

De acuerdo a otro de los participantes de un centro de investigación público:

[...] los resultados fueron la capacitación de recursos y la posibilidad de nuevos productos tuvieron varios resultados interesantes que si Resistol los continuaba daban nuevos productos.

Es importante destacar, que independientemente de las opiniones de los participantes en los proyectos estudiados, uno de los resultados más importantes de este, como de otros de los casos analizados, fue la formación misma de la red y el hecho de haber propiciado la colaboración entre la academia y empresas que tradicionalmente han estado desvinculadas en nuestro país. Es decir, se trata más de resultados intangibles, tal como lo han documentado otros autores (Arvanitis y Dutrenit, 1997).

Cuando se analizan los estudios de caso en una perspectiva de largo plazo, se puede observar que los resultados de estas interacciones pueden expresarse en ese proceso de aprendizaje entre actores que pertenecen a diferentes culturas, que hablan distintos lenguajes y que orientan sus objetivos a diferentes propósitos. Por lo tanto, el hecho de llegar a concertar objetivos y formas para lograrlos tiene un importante impacto en la transformación de los patrones de referencia de actores pertenecientes a diferentes culturas. Otro de los resultados más relevantes de estos proyectos consiste en que han contribuido a la construcción de capacidades científicas y tecnológicas, ya que estas colaboraciones redundan tanto en el avance mismo del conocimiento, en la formación de recursos humanos y en la mejora de procesos productivos, tal como se ha documentado.

5. Consideraciones finales

Los casos en los que se basa este capítulo, han sido sugerentes para avanzar en el análisis de algunas de las características de las relaciones entre la academia y los sectores productivos, particularmente las que se refieren a la naturaleza del conocimiento que se intercambia en estas redes de relaciones. Como se ha argumentado al inicio de este trabajo, las conclusiones que se puedan derivar de este análisis deben ser tomadas con cautela, ya que se sustentan en un reducido número de entrevistas, que revelan exclusivamente las características de las interacciones con algunas empresas grandes y se basan en información, que, a nuestro juicio, debería profundizarse mediante entrevistas directas a profundidad y estudios longitudinales.

La evidencia empírica en la que se apoya este trabajo viene a fortalecer los hallazgos previamente documentados por otros autores en el campo de los materiales (De Gortari, 2001) y los polímeros (Dutrenit, *et al.*, 1996), que también pueden extenderse al campo de la metalurgia, y que tienen un potencial importante para la innovación. En estos campos, que presentan características similares en las interacciones con la academia, se han venido conformando importantes redes de conocimiento en distintas regiones del país y con distintos alcances. Ello denota que en el país se cuenta con capacidades y competencias acumuladas tanto del lado de las empresas como de la academia y problemas específicos que resolver, que alimentan las redes para la formación de recursos humanos, así como la investigación básica y el desarrollo tecnológico y con ello el intercambio y transferencia de conocimientos.

Como se ha argumentado a lo largo del trabajo, el tema del intercambio de información y conocimiento es un aspecto que resulta relevante para comprender cómo se generan los procesos de mejora técnica y de producción en las empresas, así como las nuevas formas que está adoptando la generando del conocimiento científico y tecnológico cuando media una colaboración entre academia y empresas.

Se ha podido documentar que las interacciones que se construyen entre la academia y grandes empresas nacionales, están siendo relevantes tanto para generar mejoras organizativas en las empresas, en los procesos mismos que repercuten en innovaciones incrementales en las empresas, así como para fomen-

tar y contribuir al desarrollo del conocimiento científico y tecnológico, en campos importantes para el desarrollo industrial de nuestro país como son los materiales, polímeros y metalurgia, que tienen potencialidades para ramas industriales de gran tradición, como la cementera, la química y la siderúrgica.

Estas ramas industriales se caracterizaron por un importante desarrollo en la etapa de sustitución de importaciones, en la cual, varias de las que aquí se consideran, generaron su propia base de conocimiento e incluso de desarrollo tecnológico (Hylsa, Vitro, Cemex). En la etapa actual de liberalización y apertura de nuestra economía, estas empresas están siendo forzadas a reestructurarse y reorganizarse para competir en el contexto global. En estas circunstancias, puede apreciarse que algunas de las grandes empresas analizadas que compiten en los mercados internacionales, están mostrando interés en acceder al conocimiento científico y tecnológico, a través de la colaboración con la academia para la formación de recursos humanos altamente calificados, a nivel de posgrado y mediante el fomento a investigaciones en campos de frontera que en el largo plazo repercutirían en el desarrollo tecnológico. En cierta forma, están retomando una estrategia, que estuvo presente en los años ochenta en algunas de ellas, cuando establecieron convenios formales de colaboración con la academia para mejorar la formación de sus recursos humanos y orientar hacia sus intereses la formación de nuevos cuadros. Este es un aspecto que está convirtiéndose en central de la interacción de la academia con los sectores productivos y a donde se debería que está orientando tanto el currículum que ofrecen las instituciones académicas como el fortalecimiento de ciertos campos de investigación, que se apoyan en la investigación básica y que son de interés para las empresas en el largo plazo. Esta tendencia es reveladora de ciertos cambios tanto en la cultura académica como en la empresarial.

Las redes analizadas han tenido como propósito la colaboración y el flujo de información y conocimiento, que están incidiendo lentamente en la mejora de la competitividad y en la actualización de las capacidades tecnológicas de las empresas. Por lo tanto, se puede afirmar que se trata de redes que han superado la colaboración en términos generales y se han conformado en redes de información y conocimiento. Es importante recordar aquí que esto ha sido posible, en la mayor parte de los casos analizados, ya que las redes se han construido en el ámbito de espacios regiona-

les de conocimiento; es decir, en ámbitos en los que se cuenta con capacidades de conocimiento que se han generado durante varias décadas, en redes previas entre diferentes instituciones académicas y productivas y en empresas que están asignando un valor importante al conocimiento para la mejora y la competitividad.

El trabajo ha documentado que efectivamente existen intercambios y transferencia de información y conocimiento que están circulando de manera interactiva a través de las redes entre academia y sectores productivos, que se sustentan tanto en vínculos fuertes como en relaciones menos estrechas, en donde las relaciones informales facilitan los intercambios y la generación y apropiación del conocimiento. Sin embargo, los alcances y resultados de la información y el conocimiento que fluye son muy variados y de diferentes dimensiones dependiendo del tipo de colaboración. Puede afirmarse que en la mayoría de los casos analizados se supera el simple intercambio de información y se construyen interacciones mediante las cuales se contribuye en varios de los casos al desarrollo del conocimiento.

Las colaboraciones entre academia y empresas, vistas desde la perspectiva del intercambio y flujo de conocimientos que es un aspecto difícil de documentar ya que se construye mediante intangibles, ha mostrado ser una vía importante para analizar dos procesos. El primero representado por la mejora de procesos en las empresas, tanto por lo que se refiere a las formas de organización, a la calidad de los productos como a las propias capacidades tecnológicas. El segundo se refiere a la forma en que se produce el conocimiento cuando se inserta en estas redes. Es importante destacar que efectivamente se pudo documentar que es posible generar investigación básica, nuevo conocimiento e inclusive conocimiento de frontera mediante estas redes entre la academia y los sectores productivos. Además, también se pudo observar que se están dando pasos hacia una nueva forma de producir el conocimiento, ya que estas experiencias se construyen para resolver problemas puntuales, en donde el intercambio entre diversas disciplinas e instituciones es fundamental. En el desarrollo del conocimiento tanto en la academia como en las empresas, están siendo considerados aspectos de corte científico y tecnológico para resolver problemas concretos, lo que está generando una base de conocimiento nuevo en campos que pueden ser estratégicos para el país, como el de materiales, para apoyar la tecnología y la innovación.