

ESPACIOS DE CONOCIMIENTO EN
LAS TELECOMUNICACIONES MEXICANAS

María Josefa Santos Corral

Introducción

En este capítulo pretendemos hacer un seguimiento de las capacidades acumuladas, los flujos y los espacios de conocimiento que se están generando en el área de telecomunicaciones en dos regiones: la del Bajío, atendiendo especialmente los estados de Querétaro y Guanajuato, y la de Jalisco a partir del corredor de la industria de electrónica que se está consolidando en la zona metropolitana de la Cuidad de Guadalajara. El objetivo principal del trabajo se centra pues en analizar como a partir de la constitución de redes se consolidan *espacios regionales de conocimiento* (Casas *et al.*, 1999), en los que intervienen distintos actores para canalizar el flujo de conocimientos hacia objetivos sociales (Elzen *et al.*, 1996), económicos y regionales. Para ello nos abocaremos al seguimiento de las *instituciones-actores* como nodos de las redes sociotécnicas que constituyen el entramado de los flujos que a su vez permiten la acumulación de capacidades. En una red sociotécnica¹ un nodo es el espacio en donde confluyen distintos actores que impulsan en un mismo sentido el proceso de desarrollo de un sistema tecnológico. En este trabajo específicamente nos interesa la forma en que los marcos de las instituciones guían las acciones de los actores

1. Una red sociotécnica se basa en colaboraciones que permiten transferencia y flujos de conocimiento para el aprendizaje y desarrollo de nuevas tecnologías.

en los procesos de acumulación de capacidades. En este sentido, instituciones-actores es una categoría que contribuye al análisis que nos permitirá atender la influencia de los marcos referenciales de las instituciones en las estrategias de los actores, pero también, la forma en que estas estrategias originan cambios en las referencias y normas de las instituciones.

El proceso de acumulación de capacidades se lleva a cabo a través de distintas actividades relacionadas con asesorías para asimilación tecnológica, venta de servicios técnicos especializados, desarrollo de tecnología, etc., contenidas casi todas en lo que genéricamente podríamos denominar proyectos de Investigación y desarrollo. Nuestra unidad de análisis la constituyen estos proyectos en los que tendríamos que considerar si su organización se impulsa² desde el lado de la oferta o desde el de la demanda. En el desarrollo de estos proyectos intervienen las instituciones-actores con el rol de referentes y de actantes (Latour, 1998) redefiniendo los caminos y la consolidación de cada uno los proyectos. En la integración de estos caminos es importante analizar el *impulso* que desde el lado de la oferta o desde el de la demanda va siguiendo el proceso de integración de redes interinstitucionales. Así, si cruzamos la categoría de las instituciones-actores con la de oferta-demanda lo que tendríamos que desenrañar es el rol específico que juega cada una de las primeras en el desarrollo del proyecto, independientemente del tipo de institución en el que se encuentren ubicados los actores. De tal forma que, en cierto momento, los técnicos de un centro de I-D ubicado en una empresa privada pueden, integrar y conformar capacidades y paquetes técnicos que ofrecen a la empresa para la que trabajan. De la misma manera, los técnicos y científicos de centros de I-D, ubicados en los sistemas de educación superior, pueden demandar a empresas o a otros centros de investigación investigaciones o productos técnicos que contribuyan a integrar un paquete tecnológico susceptible de ser transferible.

En el proceso de generación y acumulación de capacidades

2. En este sentido retomamos la noción de *impulso tecnológico* propuesta por Hughes (1996) que se opone al determinismo de un solo factor en la creación de sistemas tecnológicos pero que, contrario del constructivismo social, si reconoce que existen factores que influyen de manera importante en la creación de estos sistemas.

tendientes a la creación de espacio de conocimiento regionales encontramos también otros factores que influyen en la constitución de cada uno de los proyectos analizados. Algunos de estos son los siguientes:

a) El carácter formal o informal de la relación. A lo largo del trabajo hemos constatado que, como está documentado en la literatura (Biggs *et al.*, 1996), en casi todos los casos la relación comienza por contactos personales de los miembros de los principales actores que intervienen en la red. Lo interesante aquí es además de analizar la forma en que estos contactos se institucionalizan, observar en qué sentido las relaciones van modelándose por las referencias institucionales. Nos interesa en suma describir la forma en que los actores se van transformando en instituciones actores y cómo se constituyen en nodos de redes.

b) La regionalidad de las redes. Como se menciona en el capítulo correspondiente el concepto de región se define *ex post* en relación a la formación de redes particulares y con alcances distintos para cada estudio de caso. Es así que en nuestros casos se señala la ubicación geográfica de las instituciones-actores que intervienen en la red. Hemos encontrado que muchas veces las instituciones-actores que intervienen en el desarrollo de los proyectos se encuentran en regiones geográficas distantes y hasta en diferentes países. Lo anterior, como mencionaremos a lo largo del capítulo, se encuentra muy ligado con el tipo y el sector del conocimiento y con el sector económico que se involucra en cada proyecto.

c) El tipo del conocimiento que involucra cada proyecto. Las distintas actividades que se desarrollan al interior de los proyectos de I-D requieren de conocimientos de índole diferente. En algunos casos se trata de conocimientos nuevos, en otros de recombinar conocimientos para aplicarlos a la solución de problemas específicos. Nuevamente las referencias institucionales tienen un papel relevante para determinar el rol que van a jugar los actores involucrados. Así, por ejemplo, los actores que se encuentran en una institución de investigación básica (como por ejemplo el Centro de Investigación en Matemáticas Avanzadas CIMAT) tendrán que diseñar estrategias de participación diferentes cuando el proyecto de I-D involucre recombinación de capacidades, a diferencia de lo que sucedería en el Centro de

Investigación y Asistencia Técnica del Estado de Querétaro (CIATEQ), cuya misión como centro tecnológico no hace necesario justificar la participación de sus técnicos en un proyecto que no lleve a la generación de nuevos conocimientos.

d) Las formas de flujo. Considerando básicamente flujos de conocimiento tácito o codificado. Para analizar esto consideramos el proceso de desarrollo de los proyectos y la forma de integración de la red. Esto es si el proyecto se limitó a intercambio de materiales, si se produjeron nuevos conocimientos, las capacidades que se integraron y los recursos que se formaron. Muchos de estos son factores difíciles de medir a partir de resultados tangibles es por ello que prestamos mucha atención a la forma en que los proyectos han ido evolucionando.

e) El papel del proyecto en la consolidación primero de redes y luego de espacios de conocimiento. Muchas veces es a partir de la interacción en un proyecto concreto, a veces una consulta puntal como se va integrando una suerte de «confianza técnica» entre los actores que necesitan el conocimiento y los que lo producen. Estos pequeños proyectos son los intermedios en el sentido en que denotan la acción de los actores (Elzen *et al.*, 1996) y los promotores del establecimiento de nuevas redes y de la formalización de las que ya existen.

f) La relación entre naturaleza del conocimiento y sector económico a lo que nos referiremos con mayor detalle en el siguiente apartado.

Considerando que en la formación de espacios de conocimiento, existe una interdependencia entre referencias institucionales, naturaleza del conocimiento, sector económico y, que son los proyectos de I-D las herramientas más simples a través de las cuáles se pueden analizar su constitución, hemos organizado el capítulo de la siguiente manera:

- Un primer apartado en el que se expone la relación entre naturaleza del conocimiento y sector económico, centrándonos en el área de las telecomunicaciones.
- Dos grandes apartados en donde se muestra la integración de capacidades de la región del Bajío y de la zona metropolitana de Guadalajara. En estos apartados se comienza con una exposición general de la zona de que se

trata, seguida de presentaciones particulares de las instituciones seleccionadas llegando hasta el nivel de los proyectos particulares. Estos se seleccionaron en función de la posibilidad que presentan para mostrar la influencia de las referencias en las instituciones-actores.

— Un tercer apartado de conclusiones generales.

La información para desarrollar este capítulo se obtuvo de distintas fuentes, páginas web de las instituciones, documentos de información para clientes, y sobre todo entrevistas con los directivos y con los principales actores de los proyectos, también se hizo cierta observación en las instituciones descritas.

1. La naturaleza del conocimiento en el sector de las telecomunicaciones

Antes de comenzar con la descripción de cada una de las regiones, instituciones y proyectos a los que nos vamos a referir en el trabajo, es importante contextualizar las particularidades de las actividades de innovación en cada una de las áreas del conocimiento que atañen a los sectores de la economía a los que nos vamos a referir.

Para el caso de las áreas del conocimiento involucradas en el sector de las telecomunicaciones, esto es: desarrollo de nuevos materiales, software y hardware, podemos decir que la integración de redes sociotécnicas se encuentra inmersa en dos situaciones que en principio pudieran parecer contradictorias. Esta aparente contradicción se explica en función de la naturaleza de los servicios de telecomunicaciones que, por un lado tienden a ser homogéneos y globales y, por otro, tienden a cambiar de forma rápida y, a los ojos de usuarios comunes, a veces sorpresiva. De tal suerte que la dinámica del cambio tecnológico en la industria de las telecomunicaciones hasta hace poco tiempo era resultado de toda una infraestructura de investigación y desarrollo encabezada por los laboratorios de las cuatro principales empresas proveedoras de tecnología: Los laboratorios Bell de Lucent Technologies (filial tecnológica de AT&T) y los de Nortel Technologies, en Europa, los centros de investigación tecnológica de las empresas Alcatel y Ericsson. Sólo para

citar algunos datos que dan cuenta de la capacidad de desarrollo tecnológico de estos laboratorios y centros podemos decir que, Bell Labs tiene una comunidad de 24.000 (Lucent, 1999) personas haciendo trabajo de investigación y desarrollo en las áreas de microelectrónica, software y fotónica. Como prueba de la calidad de sus investigaciones están los 7 premios Nobel en física que han obtenido miembros de su comunidad (Siqueira, 1993). Menos espectacular en el número de investigadores, pues sus laboratorios de Bélgica y otros lugares de Europa y América sólo tienen al rededor de 7.000 personas dedicadas a investigación y desarrollo, pero igualmente importante en la conducción de las trayectorias tecnológicas (Dosi, 1982) en el sector de las telecomunicaciones es la empresa Alcatel. Como muestra podemos citar la instalación operación y mantenimiento del proyecto Columbus II, la moderna y confiable red de fibra óptica transoceánica que comunica desde 1994 el continente americano con el europeo.

Las instituciones actores que han sido protagonistas en el universo de las telecomunicaciones mexicanas son las empresas operadoras. Estas se encuentran asociadas a uno o varios proveedores tecnológicos y en ellas que no se hace investigación tecnológica de frontera. A pesar de ello ha sido la institución actor que ha jugado el papel más importante en la creación de espacios de conocimiento regionales y nacionales en el área. Lo anterior resulta más evidente recientemente puesto que, desde que los títulos de concesión otorgados por la Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL) lo exigen, se llevan a cabo ciertas actividades de financiamiento a instituciones de educación superior. En parte como resultado de esta relación y en otra por la dinámica misma de las operaciones que ya estaban establecidas, en estas empresas suelen realizarse con mayor o menor intensidad adaptaciones tecnológicas, desarrollos de sistemas de operación y de administración de las redes y a veces integración de nuevos sistemas de comunicación.

Así pues encontramos que en México, como en el resto del mundo, existe, entre las empresas, una división del trabajo tecnológico muy clara, en donde las empresas operadoras que para el caso de México son: Telmex, Alestra, Avantel, Protel, Nextel, Miditel, Pegaso y Presto, por nombrar algunas, ofrecen servicios y no desarrollan tecnología, y las empresas que desa-

rollan tecnología, no ofrecen servicios. Sin embargo, si seguimos la historia de la principal empresa operadora de telefonía mexicana y ahora de telecomunicaciones, encontramos ejemplos de proyectos tecnológicos que van desde la generación de capacidades técnicas al interior para asesorar la toma de decisiones en la compra de tecnología, hasta la acumulación de capacidades técnicas que llevaron a la adaptación, modificación y desarrollo de algunos sistemas de software, a la creación de redes y a la acumulación de ciertas capacidades que permitieron la toma de decisiones técnicas muy acertadas.

Por otro lado están las capacidades que se han acumulado desde el lado de las universidades y centros de I-D y que han estado relacionadas con nichos muy específicos en centros de I-D de empresas en el extranjero. De tal suerte que estas capacidades se encuentran empataadas con las necesidades de las empresas y los flujos de transferencia de conocimientos trascienden el ámbito regional y en ocasiones hasta el nacional.

La acumulación de capacidades en los centros de I-D públicos y privados se encuentra vinculada con varias situaciones; por un lado, con la experiencia misma de los centros para montar sus sistemas de telecomunicaciones; en otros casos, como el de Centro de Tecnología de Superconductores (CTS) del Centro de Investigaciones Avanzadas de Guadalajara (CINVESTAV-G), con la misión de ayudar en proyectos tecnológicos a empresas especializadas marcada desde el inicio de sus operaciones y que ha servido como marco de referencia en todos sus proyectos; en otros más, los centros de I-D fungen como una suerte de consultores tecnológicos que contribuyen a la asimilación y modernización de la infraestructura técnica montada en sus empresas de telecomunicaciones.

Si comparamos la situación geográfica de los flujos de conocimiento del área de las telecomunicaciones con los que se derivan los de las otras áreas citadas en este libro, biotecnología, ganadería o mismo el desarrollo de programas de calidad encontramos que, en el área de telecomunicaciones, los productos y procesos desarrollados por los centros de I-D trascienden el ámbito regional e incluso el nacional. Nuevamente citamos el caso del CTS del CINVESTAV-G donde sus productos técnicos son vendidos directamente a Bell Labs de Nueva Jersey aunque hay una fábrica de teléfonos y contestadores que depende de

Lucent Technologies³ en el mismo corredor industrial a pocos kilómetros de distancia.

Así podemos decir que la generación y el flujo del conocimiento en las telecomunicaciones mexicanas tiene una fuerte influencia de las particularidades del sector, de entre estas podemos destacar la división entre las empresas que ofrecen los servicios (operadoras) y las que venden los productos técnicos. Estas últimas se han especializado en áreas tecnológicas de punta. En este sentido Lucent se ha volcado al desarrollo de productos y procesos de transmisión desafiándose de plantas manufactureras más tradicionales como la de teléfonos y con testadores ubicada en el estado de Jalisco. Otra particularidad que marca el desarrollo tecnológico es que para ser competitivo en este sector se necesita montar centros de I-D con una gran inversión en infraestructura técnica operados por especialistas muy calificados lo que hace necesario una buena estrategia para generar capacidades en telecomunicaciones. Lo interesante aquí es analizar cómo, el proceso de acumulación de conocimientos representa una oportunidad para ciertos centros de I-D que, gracias a ello, se han podido ligar o bien a las empresas transnacionales que desarrollan tecnología o bien a las empresas nacionales que prestan algún tipo de servicios en telecomunicaciones. En este proceso por supuesto también influyen las políticas y referencias institucionales (para qué fueron creados estos centros, qué misión tienen, cómo se involucran en la generación de conocimientos), y las políticas de los estados en los que se encuentran localizadas tanto las instituciones de educación superior como las empresas. Lo que sigue a continuación es una descripción de cada una de las regiones analizadas a partir de los procesos de formación de capacidades y la forma de transmitirlos en cada una de las instituciones que hemos tomado como casos de estudio. Lo anterior se complementa con el análisis de los flujos de conocimiento considerando para ello las redes y relaciones que se establecen a propósito de proyectos específicos.

3. La planta pasó de ser de Lucent Technologies a Phillips y nuevamente a Lucent.

2. La formación de capacidades en la región del Bajío

Antes de comenzar a describir cada una de las instituciones a las que nos referiremos en esta región debemos señalar que, tanto la ciudad de Querétaro como las diferentes ciudades del estado de Guanajuato tienen una intensa actividad de investigación y desarrollo en diferentes áreas (muy específicamente en las que se describen en este libro). Una prueba de ello es la cantidad de Centros de I-D que se han establecido en los dos estados. Para los casos de biotecnología y materiales (como se apunta en los capítulos respectivos) esta oferta de conocimientos muchas veces puede ser aprovechada por la región e incluso en algunos casos se diseñan proyectos orientados a las necesidades locales, en donde la iniciativa de interacción puede venir de las ofertas de los centros o de las demandas de empresas o productores locales. Sin embargo, el caso de las telecomunicaciones es un tanto diferente, pues si bien existe una oferta de conocimientos en áreas que podrían aprovecharse en el sector (nos referimos al desarrollo de software y de algunos materiales muy claramente fibra óptica) no hay demanda regional de estos conocimientos. Esto sucede a pesar de que algunas de las filiales de los grandes consorcios de telecomunicaciones se han establecido en la región y se han acercado a algunos de los centros comenzando a tejer redes a partir de ciertos proyectos muy específicos. Cabe destacar, que a diferencia de lo que sucede en el corredor industrial de Jalisco, en las ciudades del Bajío, ni las empresas ni los centros de I-D se establecieron en la región para aprovechar las capacidades de conocimiento. Ello no obsta para que de todas maneras se hayan generado espacios de conocimiento regionales. Para ilustrar lo anterior comenzaremos por analizar dos instituciones establecidas en la capital de Querétaro, que muestran claramente las dificultades para acercar capacidades y necesidades e integrar redes a pesar de estar localizadas a unos pocos kilómetros. Estas instituciones son un centro de I-D público el CIATEQ y un centro de servicios de una empresa privada en CNS. En otro apartado analizaremos el estado de Guanajuato a partir de dos centros de I-D públicos el CIMAT y el CIO.

2.1. CIATEQ: los conocimientos aplicados a necesidades industriales

El CIATEQ fue fundado el 19 de noviembre de 1978 a solicitud de varias empresas queretanas de la rama metal-mecánica con el fin de asesorarlas en el desarrollo de maquinaria, equipos y procesos mediante la investigación, diseño e innovación tecnológica. Dentro de la clasificación de los centros SEP-CO-NACYT a los que pertenece, el CIATEQ se encuentra ubicado como un centro de servicios técnicos. A pesar de que en principio fue creado para atender necesidades del estado a lo largo de los años, el ámbito de influencia del Centro fue creciendo en el territorio nacional. De tal suerte que para 1998, año en que realizamos nuestra primera visita al Centro, el 70 % de sus operaciones se realizaban fuera del estado de Querétaro. Paralelamente a su influencia territorial el CIATEQ amplió los campos de conocimiento a los que en adelante se dedicaría quedando constituidos estos en las siguientes áreas: Administración, Construcción, Mecánica, Maquinaria y Automatización, Procesos Energéticos, Sistemas y Electrónica y Transmisiones Mecánicas. En las que se realizan proyectos de investigación aplicada y de consultoría tecnológica cuya distribución es más o menos la siguiente:⁴ 20 % investigación aplicada, 50 % de desarrollo tecnológico, 30 % consultoría.

Los proyectos de investigación aplicada se distinguen de los de desarrollo tecnológico y consultoría en que no tienen un cliente externo (aunque sí deben tener uno interno) y su propósito final es el de ayudar a la formación de especialistas en el área (a partir de estudios de maestría y doctorado). Todos los proyectos de investigación están ubicados dentro de una misma área y ningún trabajador del CIATEQ puede permanecer en esta por más de cuatro años tiempo en el que deben concluir con la obtención del grado. El resto del trabajo se encuentra

4. Mucha de la información de éste del apartado del CIATEQ la obtuvimos del web-site (www.ciateq.mx 1998), de los catálogos de información que edita el centro (sistemas y electrónica 1998, presentación del centro 1998, y CIATEQ la solución tecnológica 1999) y de varias visitas *in situ* durante 1997 y 1998 donde recorrimos las diferentes áreas y entrevistamos al Ingeniero Felipe Rubio, director general, al ingeniero Felipe Ramos, al Ing. Medina, director de operaciones, y a otros ingenieros encargados del área e ingenieros encargados de proyectos.

orientado hacia la atención de necesidades técnicas de clientes externos. Tanto la división entre áreas como la misma orientación hacia el mercado se hizo más evidente durante el proceso de reestructuración de 1994 que ocurrió a partir del cambio de administración. En palabras del director «*se cambió de un esquema de technology push a market pull*» (Rubio, 1998). Con este nuevo esquema los objetivos del Centro quedaron ligados muy enfáticamente a la vinculación con el sector productivo y social. Uno de los indicadores de esta situación es la forma de financiar las operaciones del Centro, ya que si bien todavía no es totalmente autosuficiente, si logra solventar mediante ingresos extraordinarios el 50 % de sus operaciones. Esto ha permitido un crecimiento sostenido en los últimos cuatro años.

En cuanto a la forma de trabajo, comenzaremos diciendo que los ingenieros, grupos de trabajo y proyectos del Centro se encuentran sometidos a un proceso de continua evaluación. Más adelante nos detendremos en la evaluación de los primeros; sobre los proyectos podemos abundar que en su evaluación se ponderan fundamentalmente dos factores: el aprendizaje técnico y su capitalización posterior para ampliar las redes del CIATEQ, y después la contribución económica. La integración de capacidades es de gran importancia debido a que a partir de esta es que el CIATEQ se ha involucrado en proyectos de mayor envergadura. Un ejemplo es el proyecto de General Electric, que comenzó a mediados de 1997, en el que la empresa seleccionó al CIATEQ como punta de lanza de un proyecto corporativo que tiene como propósito ahorrar costos a partir de desarrollar fuera de sus talleres ciertas partes de la operación del diseño de turbinas. La selección del CIATEQ se llevó a cabo debido a la integración de capacidades en áreas como la de telecomunicaciones donde un cabal manejo de Internet permite la comunicación eficiente y fluida con la empresa matriz en otros lugares del mundo. También influyeron las capacidades que se habían acumulado en el área de turbo-maquinaria y diseño.

Con el fin de ofrecer un marco general de cómo opera el CIATEQ, para después poder señalar las especificidades de los flujos de conocimiento e incluso para poder contrastar este centro con otros, tenemos que abundar en las formas en las que se tejen redes y referencias que ubican los procesos de transferencia de conocimientos. Estas referencias provienen de dos fuentes

tes; por un lado de las nuevas formas de trabajo de los especialistas técnicos del CIATEQ y por otro de las políticas institucionales de vinculación.

Ante el problema que significaba la rotación y la falta de compromiso institucional del personal técnico especializado, la dirección del CIATEQ decidió crear un sistema de compensación salarial para sus trabajadores. El sistema está basado en evaluaciones minuciosas de resultados de acuerdo a los parámetros que cada área establece y a partir de ello se ofrecen compensaciones salariales que podrían duplicar el salario base. La estructura para ello son las áreas que funcionan como unidades autónomas en las que los técnicos son calificados de acuerdo a su nivel de responsabilidad en el grupo de trabajo, en el área y en los proyectos específicos que en muchas ocasiones son conseguidos por sus directores, sobre este punto volveremos más adelante.

El contacto directo con el mercado es una razón para ser muy cuidadosos en el diseño e instrumentación de las evaluaciones, con el fin de no incrementar las cargas de trabajo de los técnicos en decremento, de la oportunidad y asertividad de las respuestas. Se está realizando un proyecto financiado por el Banco Mundial que tiene como finalidad el desarrollo de un software que organice todo el trabajo de este y de otros centros similares. El trabajo cuidadoso es compensado también a partir de la constitución de redes sólidas entre los clientes empresariales del CIATEQ. Estos clientes se constituyen a su vez en promotores de nuevas redes con otras empresas tal como se demuestra en un estudio de *la imagen del CIATEQ* entre sus clientes. En éste se encontró que casi el 45 % de los nuevos clientes son referidos por otros. Este dato tiene dos formas de interpretación: por un lado, los directivos del CIATEQ deducen que el nivel de satisfacción de las expectativas del cliente es alto y, por el otro, confirmamos la importancia que el cumplir eficientemente con los trabajos planteados tiene para fortalecer las redes del centro.

Los recursos que se obtienen por la vía de proyectos concretos, además de complementar el salario de los técnicos que trabajan en ellos, han permitido la contratación de personas por obra determinada sin cargo directo a la nómina del Centro. Muchos de los técnicos así contratados son recontratados para

otros proyectos y otros se convierten en recursos humanos técnicamente muy especializados y cotizados por las empresas del ramo, de tal suerte que fácilmente logran colocarse. Al ser contratados por las empresas estos profesionales se convierten en algo que en el lenguaje común del CIATEQ se conoce como *caballos de Troya* (Ramos y Rubio, 1998), para nosotros, *actores con la posibilidad de crear nodos* de redes sociotécnicas. Por lo general estas redes comienzan a estructurarse cuando los ex técnicos del CIATEQ tienen problemas que superan las capacidades de la empresa en que se encuentran laborando, lo que los lleva a pedir asesoría al Centro y a generar nuevos contratos.

El proceso continuo que involucra la solución problemas técnicos requiere de planteamientos de investigación aplicada. En este sentido el CIATEQ ofrece oportunidades de desarrollar proyectos cuyos resultados puedan servir como base para la elaboración de tesis de maestría y doctorado pero que también contribuyen en la solución de problemas muy especializados planteados en otras áreas del Centro. Es a partir de estos estudiantes de posgrado como se encuentra constituida el área de investigación. Los estudiantes son reclutados entre los diferentes posgrados con los que el Centro tiene relación y muchos de ellos trabajan en otras áreas operativas de éste. Es importante rescatar aquí que todos los proyectos de tesis tienen que contar con un cliente interno entre las áreas operativas.

Llegados a este punto es necesario hablar de las políticas institucionales de vinculación. Comenzaremos por las estructuras formales. Hasta 1994 CIATEQ contaba con una estructura formal que se encargaba de organizar todas las acciones que estuvieran relacionadas con los flujos de conocimientos, y que era dirigida por su actual director general. A partir de la nueva reestructuración, propuesta por la nueva dirección, esta área desapareció puesto que se consideró que la variedad de productos y servicios no podía ser comercializada cabalmente por una sola persona dado que fundamentalmente se vende conocimiento para resolver problemas tecnológicos específicos. La venta de conocimiento tiene dos problemas interrelacionados el primero es que no se puede empaquetar y llevarlo en un portafolio de demostración aunque se pueden hacer aproximaciones, el segundo es que estas aproximaciones sólo las pueden hacer las personas que conocen muy bien el tema y que tengan capa-

cidad para detectar oportunidades, asumir compromisos y generar la confianza necesaria en los desarrollos del Centro. Así pues las nuevas políticas de vinculación asumen que quien conoce técnicamente el problema es el que puede convencer al empresario de que va a atender su demanda.

Los elementos subjetivos como el de la «confianza técnica» son referencias significativas en el diseño de las políticas de vinculación del CIATEQ. Volvemos a este punto porque es a partir de que se logra establecer esta *confianza* que comienza el proceso en el que los conocimientos fluyen. Para llevar a cabo este proceso el CIATEQ ha procurado que las redes se establezcan entre los técnicos que de un lado y otro van a trabajar en la solución del problema. Para ello se ha buscado que los ingenieros (posibles nodos en el Centro) cuenten con un entrenamiento en venta y diseño de contratos lo que les permitirá canalizar las expectativas del cliente.

Para acercarse a las empresas, el Centro, utiliza diferentes estrategias. La primera que es considerada como la más eficiente, es a través de redes establecidas en el trabajo de los proyectos mediante al menos dos mecanismos: el primero, a partir de lo que podríamos llamar *proyectos gancho*. Estos son pequeños trabajos generalmente de consultoría, en los que muchas veces ni siquiera se recuperan costos, pero que tienen un propósito claro de acercamiento estableciendo una red que permita ligar después proyectos de mayor importancia (el caso de lo que sucedió en TV Azteca ilustra este tipo de estrategia). El segundo mecanismo se relaciona con la recomendación entre empresas que han sido clientes de los servicios técnicos del CIATEQ.

Otras estrategias son las siguientes: En primer lugar, aquella que se encuentra relacionada con mecanismos más tradicionales, como acudir a foros organizados por instituciones educativas, gubernamentales o empresariales; presentaciones del Centro, etc. Una segunda es a partir de la formación de recursos humanos y aquí encontramos varias alternativas; formación de estudiantes de maestría y doctorado que son después contratados por las empresas y que acuden al CIATEQ para la solución de problemas técnicos; la contratación eventual de técnicos que después salen a las empresas y por último, cursos de información, que incluso pueden ser gratuitos. Estos cursos giran al rededor de temáticas en las que el centro ha desarrollado capa-

cidades y por tanto puede ofrecer soluciones. Un ejemplo de esto último son las *pláticas sobre Internet* que continuamente se organizan en el área de telecomunicaciones.

La formación de capacidades en telecomunicaciones

La descripción del marco general sobre los procesos de vinculación nos ayuda a ubicar las referencias institucionales bajo las que se establecen los flujos de conocimiento y las redes en las áreas electrónica y sistemas que son donde se han constituido las capacidades en telecomunicaciones. Las referencias que guían el área de sistemas y electrónica son también resultado de la reestructuración emprendida por el director general relacionadas con el cambio de sus funciones. En un principio el área era una de soporte técnico a todas las actividades del Centro. Sin embargo, la búsqueda de recursos externos para financiar sobre sueldos, crecimiento y equipamiento, trajo como consecuencia la integración de nuevas capacidades que, en el momento en que visitamos el Centro, eran desarrolladas por cinco grupos; instrumentación monitoreo y control; automatización; electrónica industrial; informática y telecomunicaciones. Al interior de los grupos se habían desarrollado capacidades de diseño, para ofrecer asesorías, servicios y cursos de capacitación. Entre los clientes estaban otros centros de I-D públicos como el Centro Nacional de Metrología o el Instituto Mexicano de Transporte; empresas paraestatales como Pemex y empresas privadas de la región y de otros lugares de México. De alguna manera los flujos de conocimiento del área de telecomunicaciones habían traspasado, como en el resto del CIATEQ las fronteras estatales y regionales.

El proceso de acumulación de capacidades en sistemas y especialmente en telecomunicaciones, había comenzado desde la fundación misma del Centro. El actual director del área, había estado involucrado en el manejo de programas de computación y a veces en el desarrollo de algunos productos de software para soporte interno del centro y para comercializarlos (a veces por cuenta del CIATEQ a veces de forma independiente). Por otro lado y a partir de la comercialización y venta de asesorías se habían comenzado a establecer redes con posibles usuarios del conocimiento. De tal suerte que las nuevas referencias insti-

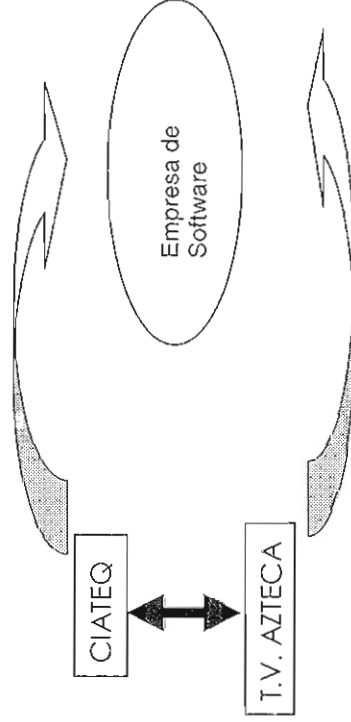
tucionales específicamente las relacionadas con las políticas de vinculación ayudaron a capitalizar conocimientos y contactos del director del área, quien ahora es el encargado directo de la venta de los productos y servicios que ofrece CIATEQ en sistemas y electrónica.

Las capacidades acumuladas en el área de sistemas y electrónica permiten la oferta de diversos productos y servicios de telecomunicaciones que van desde la asesoría para la compra y mantenimiento de equipos muy especializados hasta la venta de servicios de Internet entre empresas e instituciones que lo solicitan. También se han ofrecido asesorías y apoyos administrativos para el uso cabal de sistemas de telecomunicaciones. Una buena parte de los proyectos que son solicitados al CIATEQ se deben a las relaciones y redes del director del área o de los técnicos que trabajan con él. En el siguiente apartado mencionaremos los detalles de un proyecto significativo en esta área para mostrar la forma los técnicos se encuentran sometidos a las referencias del Centro en la construcción de las redes que tejen con otras instituciones. En este momento y para culminar con esta breve explicación del área hacemos alusión a uno de los proyectos más importantes el proyecto de Internet que ha generado una gran derrama económica y de capacidades en el uso de software de diseño de páginas web, en la administración de redes privadas y el desarrollo de ciertas utilerías. De tal suerte que el proyecto se ha constituido en un negocio maduro y entre los directores del CIATEQ se ha pensado que se podría convertir en una nueva empresa independiente del Centro.

Lo que sigue a continuación es pues un ejemplo de cómo se tejen redes y como se dan los flujos de conocimiento en el área de sistemas y electrónica.

El proyecto de TV Azteca

El desarrollo de productos relacionados con Internet, que incluye la construcción de páginas y sitios web, el manejo de cuentas, las asesorías formales a empresas e instituciones públicas y las pláticas sobre el sistema al público general, han permitido que el área de telecomunicaciones del CIATEQ acumule ciertos conocimientos, especialmente en el manejo de software. Estos conocimientos combinados con los que se han acumula-



do en otras áreas del Centro permiten tener acceso a proyectos que involucren trabajos que requieren capacidades que superan el área particular de telecomunicaciones. Tal es el caso del proyecto que el CIATEQ tiene con TV Azteca.

El proyecto se originó desde la demanda. Iniciando a partir del contacto del director del área de sistemas y electrónica con un proveedor tecnológico que se dedica a la venta de tarjetas que, conectadas a sensores, pueden hacer que las computadoras registren y reporten a otras una serie de variables, con la ventaja de que los reportes se llevan a cabo en tiempo real. Estos proveedores fueron contactados a su vez por TV Azteca para que les diseñaran un sistema que les permitiera controlar y mantener las condiciones climáticas de sus estaciones repetidoras remotas. El problema de estos proveedores comenzó cuando la televisora les pidió un proyecto completo sobre cómo se podrían controlar las variables climáticas y ellos no supieron hacerlo. Es aquí donde entró el CIATEQ a escena comenzando la relación desde la elaboración misma del proyecto «una de las fortalezas del CIATEQ» (Ramos, 1998) nos dice el director del área.

Como sucede en muchas ocasiones en el CIATEQ, y en otros centros de I-D que describimos en diferentes partes de este trabajo, el proyecto se inició con una pequeña intervención del

Centro que se limitó a la elaboración del proyecto y a desarrollar e instalar software y equipo, el desarrollo de un prototipo que fue instalado en una estación repetidora y que fungió como prueba piloto. Lo que se estableció con esto fue una red directa entre CIATEQ y TV Azteca que ha permitido que poco a poco el proyecto se amplíe pero siempre a cuestiones muy concretas, nuevas conexiones puntuales, o bien añadiendo una variable más a las que ya son monitoreadas. Lo interesante de este proyecto, a diferencia de lo que al menos en apariencia ocurre con otros en el mismo CIATEQ y en otros centros de I-D, es que el control se encuentra totalmente en manos de la empresa, a tal grado que lo único que el CIATEQ factura es una pequeña cuota de honorarios profesionales y TV Azteca paga viáticos y pasajes de los técnicos que acuden a las estaciones remotas. Por otro lado, la televisora ha partido en varios el proyecto ofrecidos por el Centro, cuyo costo fluctuaba entre 4 y 5 millones de pesos, y que incluía la instalación del sistema en todo el país. De tal suerte que en el CIATEQ se han puesto a trabajar por partes, comenzando por los tableros en los que se indicarían las señales que se registren a través de las tarjetas, en las que intervienen otras áreas del CIATEQ como la de maquinaria y automatización y los diferentes departamentos del área de sistemas.⁵

Así, lo que ha justificado el proyecto desde la perspectiva del CIATEQ ha sido su aprendizaje, que se encuentra relacionado más con las formas de establecer redes y manejos con grandes empresas que con retos en los desarrollos técnicos. Además, TV Azteca siempre promete que después de tal o cual consultoría se lanzará con el proyecto grande por lo que los técnicos del CIATEQ siempre están a la expectativa. Algunos de los proyectos que posiblemente se planteen a futuro se encuentran relacionados con el desarrollo de sistemas de intercomunicación para lugares remotos en donde se puedan establecer señales pero sobre todo sucursales de las tiendas que maneja el grupo de Salinas Pliego. También se ha planteado el desarrollo de sistemas para dar mantenimiento preventivo y correctivo a las centrales remotas lo cual permitiría prever los cambios de potencia y el deterioro de los equipos con los que trabajan.

5. Datos obtenidos en la visita guiada por CIATEQ, coordinada por el Ing. Arturo Medina Tapia, director de procesos energéticos.

El proyecto de TV Azteca es un ejemplo de la manera en que se están integrando las redes en el CIATEQ. Nos muestra también la versatilidad con la que puede trabajar el Centro lo que se ha conseguido cambiando estructuras administrativas y las referencias institucionales para actuar en muchas ocasiones como un despacho técnico privado más que como una institución paraestatal. Es importante rescatar la importancia de la acumulación de capacidades a lo largo del proyecto y la visión de largo alcance que se plantea el área de Telecomunicaciones y el mismo Centro, en este sentido podemos decir que en las entrevistas que realizamos se nos dijo en repetidas ocasiones que muchas veces eran necesarios largos periodos de prueba para comenzar las relaciones con las empresas importantes, y esto es claramente que sucede con el proyecto. En él intervienen una gran cantidad de actores de la empresa contratante, de la empresa proveedora de tecnología, del mismo Centro. Los flujos de conocimiento tácitos y codificados van en ambos sentidos, los de las empresas aprenden del CIATEQ y estos a su vez aprenden cómo hacer las cosas con las grandes empresas nacionales. Por último podemos decir que este es un proyecto de largo alcance muy orientado por las necesidades y requerimientos de las empresas que lo demandan y en algunos momentos lo dirigen.

A partir de este proyecto, pero también, a través de todo el trabajo que se genera en el área de telecomunicaciones se han acumulado capacidades que podrían ser capitalizadas la integración de un espacio regional de conocimiento en esta área específicamente en el desarrollo de software. Quizás lo que aún no se ha establecido son las redes con las empresas de telecomunicaciones de la región y muy especialmente con el Centro Nacional de Larga Distancia de Telmex. Tenemos entonces que este espacio de conocimiento en el estado de Querétaro las capacidades están ya acumuladas pero aún falta la integración de nuevas redes que permitan la interacción para que los conocimientos fluyan.

A continuación exponemos el caso del Centro Nacional de Supervisión de Telmex un centro de servicios de una empresa privada donde también se han acumulado capacidades a partir de sus propios conocimientos pero también a partir de la interacción del centro con otras empresas de la región y de fuera de esta.

2.2. *El Centro Nacional de Supervisión (CNS): los flujos de conocimiento desde la empresa privada*

La apertura de los servicios de telecomunicaciones en general y de los de larga distancia en particular, demandó profundos cambios en Telmex, la principal empresa del ramo en México. Muchos de ellos estuvieron relacionados con nuevas formas de trabajo lo que involucraba desde la atención amable de una operadora hasta la solución eficiente de un problema de reparación. En otros casos las soluciones implicaban procesos relacionados con factores técnicos. Dichos problemas demandaban distintos niveles de conocimientos para la solución de procesos que comprendían: la cabal asimilación de la tecnología con la que operaba la empresa, el desarrollo de software para ampliar la plataforma tecnológica, el desarrollo de software para la supervisión y prevención de fallas en los sistemas; y el desarrollo de nuevos servicios de valor agregado, entre otros. En aras de obtener los conocimientos que le permitirían resolver los problemas señalados, la empresa ha logrado insertarse en distintas redes de aprendizaje, especialmente internacionales, pero también nacionales e incluso regionales, de cuyos desarrollos tecnológicos y organizacionales muchas veces se ha beneficiado.

De acuerdo al tipo de instituciones y los lugares en donde éstas se encuentran localizadas podríamos decir que las redes en las que participa Telmex están organizadas en los siguientes niveles:

- Internacional-empresarial: en donde participan fundamentalmente sus socios comerciales y proveedores tecnológicos. A partir de ellas se garantiza la operación de los servicios telefónicos de Telmex y su inserción en los sistemas tecnológicos internacionales.
- Nacional-multiinstitucional: en donde participan algunas empresas, pero también las universidades, centros de investigación y desarrollo, e incluso asociaciones empresariales en áreas muy específicas. A partir de estas redes se integran algunas capacidades que permiten la asimilación y modificación de los sistemas tecnológicos con los que opera la empresa.
- Regional-instituciones de I-D: estas redes locales o regio-

nales están dirigidas a la formación y capacitación de recursos humanos o a la solución de problemas organizacionales concretos y en las que fundamentalmente participen universidades estatales. Es a partir de las dos últimas como se están comenzando a integrar espacios regionales de conocimiento.

Para mostrar la forma en la que se están construyendo las redes sociotécnicas de Telmex y cómo actúan las referencias institucionales en ellas, nada mejor que el caso del Centro Nacional de Supervisión de Larga Distancia (CNS), que es sin duda uno de los pilares técnicos en los que está soportado gran parte del servicio de larga distancia que maneja la empresa. La importancia del CNS radica en que es en esta dependencia en donde se centralizan todas las funciones de supervisión, mantenimiento, operación e incluso gestión de la adquisición de todos los equipos de larga distancia. Inaugurado el 19 de septiembre de 1995, el CNS tiene desde esa fecha una función simbólica importante dado que es un buen laboratorio para observar la integración de capacidades de aprendizaje técnico de Telmex, circunstancia que aprovecha la empresa para convencer a los grandes clientes de que mantengan sus cuentas telefónicas con ella.

En el CNS encontramos flujos de conocimiento que tienden a la integración de capacidades técnicas muy especializadas en operación y supervisión de redes de larga distancia. En primera instancia podemos decir que algunos de estos flujos se encuentran conectados con las redes internacionales-empresariales integradas por Telmex y sus proveedores tecnológicos; en este sentido la integración de capacidades ayuda en los procesos de asimilación y adaptación tecnológica. En segundo lugar se encuentran los flujos que se derivan de las redes nacionales multinationales entre empresas e instituciones de educación superior nacionales y locales y que contribuyen a la integración de capacidades administrativas relacionadas con la operación de la tecnología pero también con la obtención de reconocimientos como la obtención del certificado ISO-9000.

La formación de capacidades y la integración de redes sociotécnicas en este Centro es pues muy similar a la que ha seguido la empresa a la que pertenece. Así en primera instancia la

formación de redes depende de la posibilidad de Telmex para insertarse en las redes internacionales, especialmente a partir de alianzas estratégicas (Biggs *et al.*, 1997). De tal suerte que la acumulación de conocimiento no se encuentra en la propia empresa sino en los laboratorios, talleres y centros de I-D de los proveedores tecnológicos aliados con la empresa operadora. En algunos casos, en estos laboratorios ubicados en México pero principalmente en el extranjero, se han desarrollado ciertas soluciones técnicas a la medida del cliente que incluso han servido como base para desarrollar algunos productos que después exportan a otros lugares del mundo (Santos, 2000). Una segunda modalidad es aquella en la que los conocimientos fluyen es a través de la vinculación directa con los proveedores tecnológicos.⁶ Ello a partir de la presencia constante de un grupo de técnicos de estas empresas tal como sucedía en el CNS donde los técnicos de ALCATEL, estaban supervisando continuamente la operación del Centro y en colaboración con los especialistas técnicos del CNS realizaban ciertas modificaciones *in situ* y otras en los laboratorios de la empresa proveedora. Lo anterior permitió *espacio de intercambio técnico* en el que se encuentran involucrados: por un lado el CNS; en tanto centro de servicios técnicos de la empresa operadora, en donde se realizan ciertos procesos de I-D y de planeación tecnológica y, por otro, la empresa proveedora de tecnología en este caso ALCATEL. Lo que derivó en un espacio de conocimiento regional entre empresas.

El CNS cuya sede principal se encuentra en la ciudad de Querétaro tiene también otras tres sucursales en las ciudades de Puebla, Monterrey y Guadalajara. La selección de la ciudad de la sede principal se debió principalmente a dos circunstancias: la primera que se encontraba cerca de la ciudad de México y la segunda, que es una ciudad donde no ocurren desastres naturales. No se pensó en ningún momento en la infraestructura técnica ni en las capacidades que se han acumulado en esta ciudad; no se pretendió por tanto, al menos en un principio, aprovechar el conocimiento que se había acumulado tanto en empresas como en centros de I-D en esta región. Tampoco se aprovecharon los recursos humanos formados en el estado pues las 85 personas que trabajan en el CNS fueron reclutadas entre

6. Observación en el CNS durante las visitas *in situ* de 1997-1998.

trabajadores de Telmex que contaban con más de 12 años de experiencia técnica. Es decir en un principio el CNS se insertó en un espacio de conocimiento que no aprovechó.

Estas dos situaciones comenzaron a cambiar al poco tiempo de estar operando. De tal suerte que para 1997 el CNS había constituido una red local que le permitía la integración de ciertas capacidades técnicas y administrativas para mejorar sus procesos de asimilación tecnológica. Esta red estaba integrada por una empresa del mismo holding, CONDUMEX, que contaba con un centro de I-D que le había permitido asimilar su tecnología e independizarse de su socio tecnológico, algunas instituciones de educación superior como el ITESM campus Querétaro, la unidad regional de la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (CANACINTRA) y el Centro Nacional de Metrología (CENAM) también ubicado en la ciudad de Querétaro.

La función de cada una de estas instituciones se verá con mayor detalle al analizar el proyecto para la obtención de la certificación con base en la norma ISO-9002 que recientemente obtuvo el centro. Sin embargo, de manera general podemos decir que la integración de esta nueva red regional tenía como propósito la formación del personal de Telmex en áreas administrativas y de calidad. Esta formación incluía desde la integración de cursos y programas de calidad, hasta asesoría técnica para la asimilación del sistema tecnológico. De tal suerte que aunque de primera intención no se pensó que el establecimiento del CNS en Querétaro pudiera beneficiarse del espacio de conocimiento creado en la región, a lo largo de los años esta oferta de conocimientos ha influido en las operaciones del Centro. No podemos decir sin embargo, que los procesos de vinculación entre el CNS y otras instituciones de la región tengan como resultado procesos técnicos tangibles. No hay patentes, no hay transferencia ni soluciones de problemas técnicos concretos. Por ahora la vinculación se ha limitado a establecer mecanismos que permitan el flujo de conocimientos mediante la formación de recursos humanos y la asesoría en problemas de operación y administración.

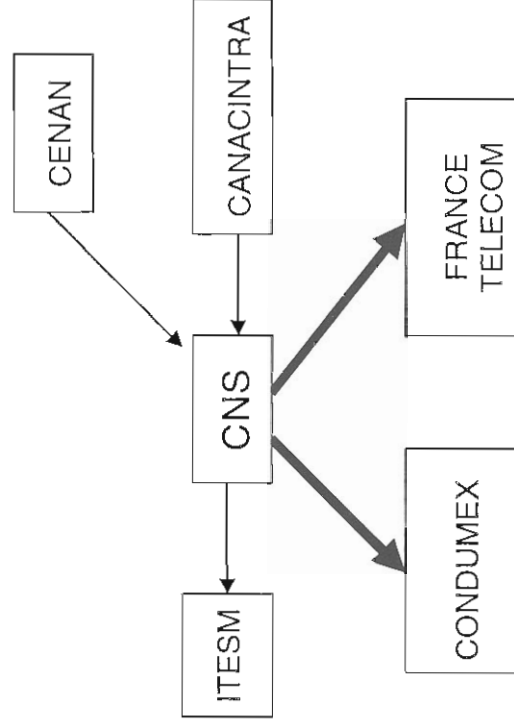
Un ejemplo de cómo se comenzaron a integrar las primeras redes que permitieron el flujo de conocimientos y la acumulación de capacidades en este caso administrativas, fue el proyecto que tenía como propósito la primera certificación de Telmex en calidad. Este logro se llevó a cabo con la obtención de la primera certificación con base en la norma de calidad ISO-9002 en la operación del CNS.

Para obtener esta certificación se integró un equipo en el que participaron diferentes instituciones-actores: una gubernamental, el CENAM impartiendo cursos y asesorías que tenían como propósito formar auditores internos en calidad; una académica privada el ITESM de Querétaro que ofrecía cursos, diplomados y maestrías a los directivos del Centro y asesoría al personal encargado del proyecto; una asociación empresarial CANACINTRA que contribuyó también en la formación de auditores y realizando las primeras auditorías mientras el CNS lograba tener sus propios auditores, también ayudó con la integración del manual de calidad que se necesitaba como punto de partida para implantar un sistema de aseguramiento de calidad; y por último una empresa privada Condumex que pertenece al mismo grupo corporativo que Telmex. La intervención de Condumex merece una especial atención por varias circunstancias; primero porque es parte de la red regional del Centro debido a que se encuentra situada en la misma ciudad de Querétaro; segundo, porque ha desarrollado buena parte de sus modificaciones tecnológicas en su centro de I-D, lo que le ha permitido separarse de su socio tecnológico extranjero; tercero porque es uno de los principales proveedores de cable de Telmex; y cuarto porque el centro de I-D había obtenido recientemente la certificación ISO-9001.⁷ Para el caso de la certificación la intervención de Condumex estuvo centrada en evaluar y modificar los procesos del CNS.

Las primeras acciones del CNS encaminadas a la obtención del certificado comenzaron en 1996 y estuvieron lideradas por

7. Cabe destacar que el centro de investigación y desarrollo de CONDUMEX fue el primero en obtener la certificación ISO-9001 de todos los centros de I-D en Latinoamérica.

ESQUEMA 2
La red del proyecto de certificación



su director, quien acudió al CENAM y a la representación de CANACINTRA en Querétaro.⁸ La certificación se obtuvo cubriendo diferentes requisitos que implicaban especialmente la documentación de los procesos de trabajo y el manejo de la tecnología. Después de la primera calificación los ingenieros que lideraban la iniciativa y el director general de larga distancia, de donde depende el Centro decidieron consultar a expertos en calidad de otra de las empresas que pertenece a la red de Telmex; France Telecom su filial europea. La intervención de esta firma junto con CONDUMEX fue crucial para la documentación de las operaciones del Centro, la ubicación de las demandas de sus clientes y para establecer las referencias nacionales e

8. Los datos para desarrollar este apartado se obtuvieron de una presentación del Centro y dos visitas al CNS realizadas de noviembre de 1997 a marzo de 1998, así como de entrevistas y pláticas informales a varios ingenieros de operación del CNS y Alcatel. Los datos del proyecto ISO-9002 se obtuvieron de varias entrevistas al Ing. Lauro Villagómez, encargado del proyecto de certificación.

internacionales en las que debe de operar el Centro. Por otro lado el CENAM y el ITESM ayudaron al Centro con asesorías en las estructuras administrativas y sistemas de calidad.

La consolidación de los esfuerzos de esta red de actores trajo como consecuencia la obtención de la certificación con base a la norma ISO-9002, lo que además redundó en un mayor conocimiento del proceso de trabajo y de la tecnología con la que opera el Centro. Esto involucró además un proceso de asimilación tecnológica que se ha seguido reforzando a partir de las redes que se lograron principalmente con las empresas que intervinieron en el proceso (CONDUMEX y France Telecom). Otro resultado del proyecto está relacionado con el aprendizaje para integrar redes de conocimientos, de tal suerte que, se ha logrado un mejor provecho de los conocimientos que los mismos proveedores tecnológicos le prestan al Centro, muy especialmente los de la empresa Alcatel.⁹ Es importante rescatar también que los procesos de asimilación y de modificación tecnológica han dependido más de los vínculos con del CNS con empresas y si bien la relación con los otros actores de la red ha seguido, la intervención de estos se encuentra relacionada con asesorías y capacitación administrativa. El patrón seguido por el Centro de Telmex es similar al de otras empresas operadoras del mundo, en donde se hace poco desarrollo de tecnología y los espacios de conocimiento se encuentran más bien ligados a procesos de asimilación y mejora de ciertos procesos técnicos.

Es quizás debido a lo anterior que a pesar de que existen en Querétaro capacidades acumuladas en el área de telecomunicaciones, estas no se han traducido en desarrollos tecnológicos de vanguardia, en productos o sistemas técnicos susceptibles de ser transferibles. Así las capacidades acumuladas han ayudado en procesos de asimilación y conocimiento tecnológico y comienzan a integrar espacios regionales de conocimiento.

Por otro lado es muy claro que las dos instituciones analizadas para el caso de Querétaro no tienen relación entre sí. Telmex tiene resueltos sus problemas de desarrollo de software y el CIATEQ sobre todo a partir del Proyecto TV Azteca comienza

9. Alcatel es uno de los principales proveedores tecnológicos del sistema de fibra óptica de Telmex. En este sentido, la empresa tiene permanentemente dos asesores en el CNS.

apenas a desarrollar mecanismos para establecer redes con los grandes corporativos mexicanos. Por lo tanto las capacidades acumuladas no se han traducido en flujos entre estas dos instituciones. Sin embargo, podemos decir que la ciudad de Querétaro se ha constituido en un espacio regional de conocimiento en el área de telecomunicaciones en donde participen no sólo empresas e instituciones del mismo estado sino también del resto del país y del extranjero.

3. El caso de Guanajuato bajo la perspectiva de los centros de I-D públicos

Dentro de los cinco campos prioritarios señalados en el Plan de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato, elaborado por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato (CONCyTEG) en 1998, se encuentra el de Investigación Científica de Frontera y Ciencia Básica en donde se apoya el desarrollo de proyectos multidisciplinarios uno de los cuales es el de informática y telecomunicaciones. Sin embargo, y a pesar del interés del poder ejecutivo del estado por desarrollar ciertas capacidades en el uso y programación de sistemas operativos para complementar los programas educativos, hasta el momento se han acumulado pocas capacidades en estas áreas. Es quizás en la Universidad de Guanajuato la institución en donde se han acumulado mayores capacidades para el uso de Internet a partir del manejo de su infraestructura. Por otro lado se encuentran los desarrollos de ciertos proyectos que podrían incluirse dentro del área de telecomunicaciones en dos centros científicos del sistema SEP-CONACYT: el Centro de Investigación en Óptica (CIO) y el Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT). Estos proyectos dejaron como resultado cierta experiencia que podría ayudar a la acumulación de capacidades en las áreas citadas. Lo que sigue a continuación es una descripción general de las formas de vinculación de los dos centros señalando las capacidades acumuladas en el área de telecomunicaciones.

3.1. El Centro de Investigación en Óptica (CIO); láseres y cristales al servicio del estado de Guanajuato

El Centro de Investigación en Óptica es una institución perteneciente al sistema SEP-CONACYT, cuyas labores están orientadas fundamentalmente a la investigación aplicada en el campo de la óptica. Calificado como un centro científico, el CIO se fundó en 1980 en la ciudad de León en el estado de Guanajuato y se encuentra estructurado bajo cuatro direcciones de área: Dirección de investigación, Dirección de vinculación y desarrollo tecnológico, Óptica aplicada, Formación académica.¹⁰

En el momento de realizar nuestra visita (1999), el CIO estaba pasando por un proceso de transformación interna encabezado desde la dirección de desarrollo tecnológico y vinculación, y que consistía en organizar todo el trabajo de los grupos de investigación desde la perspectiva de atención al cliente. Los grupos de investigación se convertirían en clientes de los laboratorios tecnológicos del Centro, clientes cuyas prioridades de atención estaban jerarquizadas de acuerdo a los nuevos criterios bajo los cuales deberían de trabajar todos los investigadores del CIO. Estos se encontraban relacionados con: la posibilidad de captar recursos para los proyectos; el número de publicaciones de los grupos; los recursos formados; y, la disponibilidad para involucrarse a partir de asesorías técnicas (que demandaban distintos tiempos y conocimientos) con los proyectos encargados a la dirección de desarrollo tecnológico que son los que mayor contacto tienen con los usuarios finales. Es decir los parámetros de medición estaban basados fundamentalmente en las actividades que devienen del carácter científico del Centro aunque se estaba tratando de incrementar la actividad de vinculación de este con la región que lo rodeaba (Melchor, 1999).

Las actividades de vinculación tenían como objetivo fundamental aumentar los ingresos del Centro. Así en ese momento de recursos escasos, la dirección de desarrollo tecnológico y los

10. La información de este apartado esta basada en una visita *in situ* al CIO el 19 de enero de 1999 entrevistas al Ing. Melchor, director técnico de vinculación y desarrollo tecnológico, al encargado del laboratorio de cristales y a tres investigadores del grupo de fibras ópticas. La visita incluyó un recorrido por todas las áreas del Centro en donde conversamos de manera informal con varios encargados de laboratorios. También se consultaron documentos de la dirección de vinculación del CIO y su página web.

misimos investigadores del CIO están haciendo grandes esfuerzos por diversificar sus fuentes de financiamiento, una de estas alternativas es la vinculación con la industria y como veremos más adelante con organismos gubernamentales. Para lugares como el CIO la vinculación con la industria tiene muchas dificultades básicamente por dos circunstancias: la primera porque muchas veces demandan artefactos o productos técnicos que no requieren de los conocimientos muy especializados que produce el CIO, y la segunda porque los conocimientos y procesos que el centro puede ofrecer tienen que ser complementados con otros para integrar productos técnicos susceptibles de ser aprovechados por las empresas (Melchor, 1999). Es decir en estos centros cuyos objetivos son fundamentalmente científicos se requiere de la integración de redes interinstitucionales e interdisciplinarias para que apoyen el flujo de conocimientos a otros sectores. Así por ejemplo, la industria del calzado demanda cortes con láseres para su proceso. Sin embargo, la construcción de un cortador láser no sólo implica desarrollar un láser con ciertas particularidades que permitan cortes confiables y precisos en el cuero, sino también el software que permita manejar este tipo de cortador sobre todo si tenemos en cuenta la variabilidad de la moda en la industria del calzado. Tenemos entonces que el CIO sólo puede intervenir en el desarrollo de una parte del sistema tecnológico y sus conocimientos tienen que fluir como parte de redes más amplias.

Lo anterior se repite en muchos casos en los que el CIO trata de satisfacer las demandas de la industria del cuero y calzado (que es la rama industrial más importante de la ciudad de León en donde ésta situado), y que requiere de productos técnicos que faciliten el proceso de producción, lo que representa un problema debido a que las capacidades acumuladas en el CIO pocas veces son susceptibles de aplicaciones tan concretas. De tal suerte que debido a esta separación entre capacidades y necesidades el CIO tiene un papel poco relevante en la transferencia de conocimientos, sin embargo mediante algunos mecanismos que describiremos más adelante esta cobrando fuerza en la constitución de un espacio de conocimiento de la región donde se encuentra.

En este sentido podemos citar las asesorías y consultorías técnicas de empresas muy especializadas, como por ejemplo las que fabrican telescopios o microscopios. Por otro lado el Centro

está planteando la posibilidad de editar libros y manuales que difundan estos conocimientos técnicos especializados a niveles accesibles. Otro problema para la vinculación con empresas es el de los tiempos, muchas veces el CIO no cumple con los tiempos de entrega estipulados en los contratos lo que origina que estos se cancelen. En suma, la imagen de CIO ante las empresas es, según los encargados de la vinculación del centro, la siguiente: se reconocen competencias, se reconoce buena intención, se reconoce cierta confiabilidad (Melchor, 1999).

Esto hace que las empresas acudan al Centro para resolver pequeños problemas. Por su parte el CIO está interesado en vincularse pero sin dejar de ser centro científico.

Los procesos de flujo de conocimiento se concretan también a partir de lo que podríamos llamar «empresas incubadas». Estas surgen principalmente de los laboratorios en donde se desarrollan productos técnicos que después son comercializados por los mismos trabajadores. Existen dos ejemplos de esto, uno de ellos es un telescopio para aficionados que fabrica y vende el encargado del taller de óptica y de lo cual el CIO recibe ciertas regalías, y el otro es un fotocolorímetro (que ha tenido gran demanda entre los curtidores) que también comercializan dos trabajadores del centro.

Es muy importante señalar además que en el CIO se está constituyendo un laboratorio de investigación de fibras ópticas cuyo principal interés por el momento es el desarrollo de estas para aplicaciones médicas aunque no se descarta que las capacidades acumuladas pudieran ser aplicadas en otros campos (entrevistas al grupo de fibra óptica). A continuación describiremos brevemente la integración del grupo y del laboratorio de fibras del centro y sus planes para establecer un flujo de conocimientos con la región que los rodea.

El grupo de fibras ópticas

El grupo de investigación de fibras ópticas se encuentra integrado por tres investigadores rusos que llegaron a México muy recientemente y otro más que se incorporará en breve. Para lograr atraer a estos investigadores y sobre todo equipar sus laboratorios, el CIO recurrió a los financiamientos del CONACYT (cátedras patrimoniales y financiamiento a proyectos

de infraestructura y de investigación) aunque, como explicaremos más adelante, no se ha tenido éxito con estos dos últimos (Starodumov, 1999); hasta hace poco tiempo, un grupo que se había dedicado a trabajar en el desarrollo de sensores ópticos con los que han desarrollado un instrumento que puede medir pequeños cambios de voltaje en las centrales eléctricas. El aparato ya está totalmente concluido, incluso una primera versión ha sido comercializada entre empresas de EE.UU., Polaroid una de ellas, y los investigadores se encuentran en pláticas con la APEM de la Comisión Federal de Electricidad para su venta. También se puede comercializar en empresas grandes en donde pequeños cambios de voltaje afecten su proceso productivo; sin embargo, el instrumento tiene poco mercado y muy especializado. El grupo de fibras actúa siguiendo las referencias del CIO, buscando colocar ciertos subproductos científicos en el mercado, y con ellos obtener algún tipo de financiamiento en dinero o en especie. Esto contrasta con lo que sucede en el CIATEQ (centro técnico) en donde cada uno de los proyectos desarrollados deben tener claramente un cliente definido.

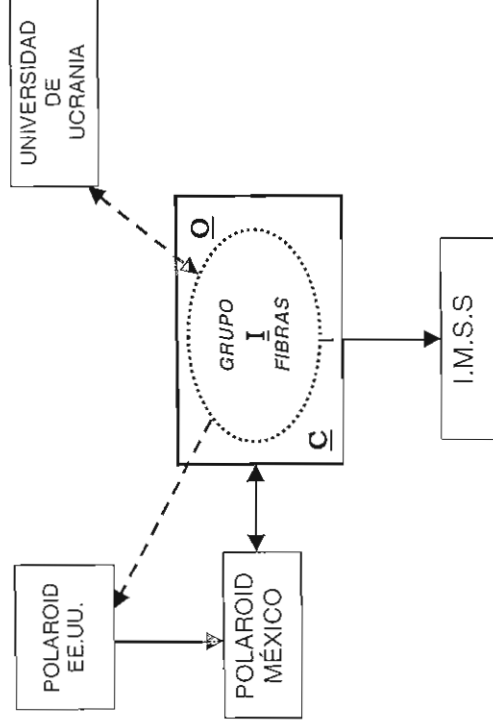
Este grupo ha logrado acumular capacidades a partir de los experimentos en óptica montados en el laboratorio del CIO y a los conocimientos que habían adquirido a partir de trabajos de laboratorios situados fuera del México. Muchos de los contactos con empresas, como por ejemplo, el de Polaroid se habían hecho desde entonces. Así pues la vinculación del grupo trasciende los límites de la entidad federativa desde su origen para situarse fuera del país y, aunque existe una filial de Polaroid en el estado de Querétaro, la vinculación se ha hecho principalmente con la matriz en EE.UU. y se estableció cuando uno de los investigadores trabajaba para un laboratorio de una universidad estadounidense. Estos trabajos han sido retribuidos desde la empresa con equipo para sus laboratorios pues las políticas de Polaroid impiden pagar por consultas a Centros de I-D externos a los de la empresa. Así cada vez que los laboratorios Polaroid son modernizados el CIO recibe buena parte del equipo que es cambiado. En este tipo de intercambios los científicos rusos actúan siguiendo las referencias de sus laboratorios en Ucrania, en donde tenían que conseguir sus propios recursos para equipar sus laboratorios, este tipo de referencias esta permeando la reorganización del CIO.

La última labor del equipo de fibras, para lo que han sido contratados los dos investigadores que han llegado más recientemente, es la de montar un gran laboratorio de estiramiento de fibras en donde además de desarrollar procesos muy experimentales se puedan producir y transferir aunque en pequeña escala ciertos tipos de fibras (este laboratorio es una especie de planta piloto). Para ello se han adquirido equipos viejos de laboratorios en Estados Unidos. El financiamiento de este laboratorio ha sido con presupuesto del CIO, pues aunque se ha solicitado los financiamientos de los proyectos de CONACYT, no se ha logrado la aprobación de éstos, situación que los investigadores atribuyen al poco financiamiento que en México se otorga a la física aplicada (esta ha sido una queja reiterada en todos los laboratorios del CIO), más que a la falta de productividad del grupo. Pues si nos atenemos a los indicadores tradicionales (artículos y dirección de tesis), sólo el líder del grupo publicó en el transcurso de un año 6 artículos internacionales y concluyó la dirección de dos tesis de grado. Por otro lado tampoco se ha recurrido a los financiamientos locales como los del CONCyTEG o del SIHGO pues los investigadores piensan que para acceder a ellos se necesita una mayor vinculación con la industria (entrevistas con el grupo de fibras ópticas).

Como primer producto de este laboratorio se está planteando desarrollar una fibra para uso médico, que esperan se logre producir a costos muy bajos de manera que el Seguro Social pueda adquirirla fácilmente y la use en forma desechable.¹¹ Con esto pretenden resolver uno de los puntos marcados en la agenda de cambio del CIO, la vinculación misma que también se encuentra referida al entorno de las instituciones estatales. En este caso las acciones del proceso de vinculación no tienen como propósito el reportar nuevos ingresos al grupo de fibras, sino una suerte de *beneficio social* estableciendo redes con diferentes tipos de instituciones en la región que los rodea. Por otro lado, no se tenía contemplado establecer relaciones con las empresas productoras de fibra que demandan otros niveles de investigación para la renovación de sus procesos productivos y productos.

11. Aunque la fibra que se usa para exploración o diagnóstico en los hospitales debe de ser desechada después de su uso, el Seguro Social por falta de presupuesto suele usar la misma fibra hasta 4 o 5 veces (entrevistas grupo de fibras).

ESQUEMA 3
La red del grupo de Fibras



Como vemos a lo largo de esta descripción el CIO, es un centro que como el Centro de Investigación en Matemáticas Avanzadas (CIMAT) ha comenzado recientemente a establecer redes interinstitucionales. En estas redes el proceso de flujo de conocimientos ha sido fundamentalmente tácito e informal, pues es muy difícil contactar proyectos de transferencia de conocimientos en física experimental. Esto se debe por un lado, a la inexperiencia de los investigadores que están en ello y por otro a que se ha tratado de que los conocimientos se transfirieran especialmente a la región y la industria de ésta que aún no cuenta con la capacidad económica y tecnológica para absorber los proyectos del CIO. Es quizás por ello que su vinculación más fuerte ha sido con otros centros del mismo sistema SEP-CONACYT con los que suelen colaborar en la integración de proyectos de I-D y con otros centros nacionales e internacionales. Por último es interesante rescatar la nueva reorganización de la estructura del Centro que tiende a favorecer la integración de conocimientos: primero, a partir de intercambios inter-

nos, después con pequeñas participaciones en proyectos externos y, por último, con la venta de pequeños productos terminales labores que permiten la obtención de recursos internos para la operación de los proyectos.

3.2. CIMAT: la vinculación con las instituciones educativas

El Centro de Investigación en Matemáticas Avanzadas (CIMAT) fue creado en la capital del estado de Guanajuato con el propósito de fomentar el uso y desarrollo de las matemáticas, la estadística y la computación en distintas actividades. La iniciativa de establecer este centro de investigación en Guanajuato fue tomada porque uno de sus «clientes naturales», el INEGI, acababa de mudar sus oficinas a esta ciudad.¹² De alguna manera desde la creación de este centro científico del sistema SEP-CONACYT, estaba presente la inquietud de establecer redes entre los posibles usuarios de sus capacidades de investigación y desarrollo.

Los proyectos de investigación del CIMAT se agrupan dentro de tres áreas diferentes: matemáticas, matemáticas aplicadas, probabilidad y estadística y ciencias de la comunicación. Cada una de estas áreas se encuentra organizada en líneas de investigación que albergan proyectos de investigación, desarrollo y docencia. En este último campo debemos señalar que los programas docentes del Centro están muy ligados a la Universidad de Guanajuato; incluso uno de los edificios que albergan la facultad de ciencias (concretamente, donde están ubicadas las carreras relacionadas con matemáticas) hace frontera con el campus del CIMAT. Por otro lado, el Centro tiene una amplia red de contactos con investigadores de otros lugares del mundo de lo que dan cuenta las continuas reuniones internacionales que se organizan a lo largo del año.

En términos generales las políticas de vinculación son las mismas de otros centros científicos del sistema SEP-CONACYT

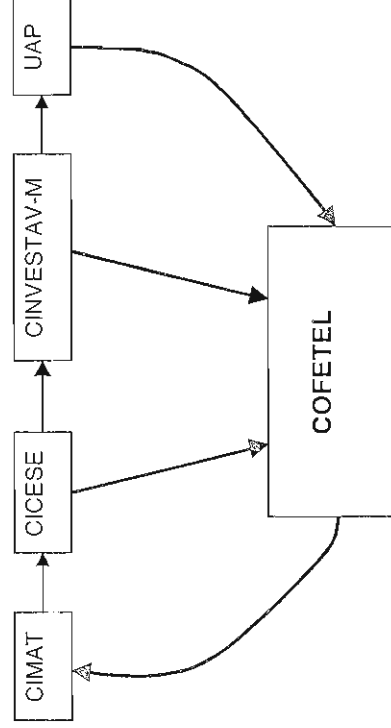
12. El material de este capítulo se obtuvo de la página web del CIMAT así como de una visita *in situ* al CIO el 20 de enero de 1999. Durante esta visita se hicieron entrevistas al secretario académico del Centro y al ingeniero Max Tapia encargado del proyecto SATMEX.

aunque como en el caso del CIO los problemas resueltos a partir de las matemáticas no son suficientes para integrar un paquete técnico. Así, la mayoría de sus proyectos con el exterior están muy ligados a proyectos interdisciplinarios con otras instituciones (entrevista con el secretario académico del CIMAT). La organización de la vinculación no está centralizada, por lo que aun que el secretario académico dedica parte de su tiempo a labores de vinculación, hasta ahora cada área, línea y grupo de investigación trabaja bajo sus propios criterios. Por otro lado algunos de los ingenieros del Centro coordinan los procesos de los proyectos contratados sobre todo cuando hay varios investigadores involucrados. El monto de los ingresos por proyectos contratados corresponde a un 5 % del total de los ingresos del CIMAT.

Sin embargo lo más significativo en el contexto de la generación de espacios de conocimiento en esta área y región son las redes académicas que el CIMAT ha establecido con otras instituciones también académicas en la región y fuera de esta bien sea para fortalecer sus áreas de investigación o bien para integrar un proyecto de vinculación con el sector social. Un ejemplo de esto es lo que sucedía en el área de optimización y control con el proyecto para el control de estabilidad del satélite artificial SATEX-1, que se inscribió en un acuerdo inter-institucional donde el CIMAT tuvo una participación importante. A continuación describiremos brevemente la organización y resultados del proyecto.

El proyecto SATEX-1

El proyecto de la construcción del primer satélite mexicano estuvo coordinado por el Instituto Mexicano de las Comunicaciones y para su elaboración se requirió la participación de diferentes disciplinas e instituciones: ingenieros del Instituto de Ingeniería de la UNAM, ingenieros aeronautas del IPN; físicos del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada B.C. (CISESE) y del CINVESTAV de la ciudad de México, electrónicos de la Universidad Autónoma de Puebla (UAP) y los matemáticos del CIMAT. La participación de estos últimos consistía en diseñar los modelos algorítmicos para el software que ayudaría en los trabajos de simulación del satélite. El compromiso era terminar con estos modelos en 6 meses por



lo que el Centro decidió que se involucraran cuatro de sus mejores investigadores en el área, quienes además contaron con el apoyo de otros investigadores colaterales y un maestro en ingeniería que era el contacto institucional y quien coordinaba el trabajo de los investigadores del Centro. Es importante señalar aquí que aunque no existe un puesto formal de encargado de vinculación, es esta persona quien coordina muchos de los proyectos contratados del CIMAT.

Al parecer el proyecto nunca se terminó pues aunque el CIMAT entregó la parte que le correspondía, los otros participantes no cumplieron con sus compromisos. Meses después se privatizó el Instituto Mexicano de Telecomunicaciones y el proyecto entró en una fase de espera hasta que después lo retomó la COFETEL (Comisión Federal de Telecomunicaciones) que intentó reanudarlo. En esta segunda etapa la participación del CIMAT consistió básicamente en validar los resultados de su investigación previa (Tapia, 1999). Poco después el proyecto nuevamente fue suspendido.

En este momento el trabajo de este Centro que más podría acercarse al área de telecomunicaciones es el desarrollo de un software para mejorar los sistemas de educación. Este es un

gran proyecto coordinado por el gobierno del estado con el que se pretende que todos los habitantes del Estado de Guanajuato cuenten con un mínimo de herramientas necesarias que les permitan mejores niveles de instrucción y con ello incrementar sus oportunidades de empleo. Este es un proyecto en donde influyen tanto las referencias del centro como las de la región.

En estos dos proyectos de desarrollo tecnológico y en otros más que ha intervenido el Centro, lo que se ha hecho es recombinar conocimientos, esto es aplicar conocimientos que los investigadores ya tienen, que normalmente no son nuevos y por tanto no publicables. Lo que se hace más bien es buscar aplicaciones específicas a de los conocimientos ya difundidos, con lo que se resuelve el posible conflicto entre investigación básica y aplicada. En estos proyectos trabajan en ciertos periodos de tiempo investigadores titulares y en ocasiones involucran a grupos de estudiantes, procurando no descuidar la actividad que para ellos sigue siendo primordial que es la generación de conocimiento nuevo. Recordemos que el CIMAT es un centro SEP-CONACYT que se encuentra en la categoría de centro de investigación y que a diferencia del CIO aún no cuenta con estructuras administrativas que le permitan favorecer el flujo de conocimientos a instituciones no académicas.

Generalmente, son los investigadores que pertenecen a redes académicas interinstitucionales, los que se involucran en proyectos externos. Las políticas del Centro hasta ahora se han limitado a fomentar estas redes académicas sobre todo entre investigadores y profesores que pertenecen a universidades del mismo estado, con quienes han integrado programas de licenciatura, maestría y doctorado en matemáticas, pero también con otras instituciones del país y de fuera de este. La transferencia de conocimientos hacia otros sectores de la sociedad no forma parte aún del quehacer habitual de los investigadores de CIMAT y no hay estructuras que lo formalicen.

En estos dos centros del estado de Guanajuato encontramos pocos proyectos de vinculación con sectores ajenos al académico; incluso, en los talleres y laboratorios del CIO la mayoría de los espejos y cristales que se pulen y trabajan son para otros laboratorios y centros de investigación. Para el caso concreto de las telecomunicaciones no hay en la región empresas usuarias de las capacidades generadas en estos centros, con lo que la

transferencia de capacidades es también dirigida a otros centros de I-D públicos.

4. La región del Occidente, el Silicon Valley mexicano

En Guadalajara y su zona conurbada se han ido agrupando, tanto empresas que se dedican a lo que genéricamente podríamos llamar industria de la electrónica y telecomunicaciones, como centros de investigación y desarrollo.¹³ Unos y otros han comenzado a acumular capacidades integrando un espacio de conocimiento en la entidad que nos ocupa. Una de las actividades que da cuenta de la preocupación de las empresas jaliscienses por la generación de capacidades es que han constituido una sección especial dentro de la CANIETI (Cámara Nacional de la Industria de la Electrónica Telecomunicaciones e Informática). Ésta, llamada Cadena Productiva de Electrónica y Telecomunicaciones (CADELEC), tiene como propósito fundamental, según uno de sus fundadores, «integrar capacidades tecnológicas y administrativas para que las empresas del sector instaladas en Jalisco se conviertan en un motor de desarrollo para el estado».¹⁴ Para ello se comenzaron dos estrategias en paralelo, la primera estaba relacionada con el desarrollo de proveedores nacionales para las plantas de armado final y la segunda invitando o persuadiendo a proveedores extranjeros para que montaran filiales dentro del Estado.

Además, la importancia de este sector en el Estado ha sido resaltada en la presentación de la CANIETI durante la Segunda Semana Internacional de la Industria celebrada en Puerto Vallarta. En esta reunión se señala que: la inversión extranjera en la industria electrónica llegaría a final de año 1997 a más de 1.000 millones de dólares en Jalisco; y que el sector industrial generaría en ese mismo año 23.000 empleos nuevos que se su-

13. La información de este capítulo fue obtenida de las páginas web de la CANIETI, CINVESTAV-G y Lucent Technologies. Así como visitas *in situ* al CINESTAV-G y a la planta de Phillips. Este trabajo fue realizado del 28 al 30 de mayo de 1998.

14. Información otorgada por Carlos Bue, quien fue el primer presidente de la sección de la CANIETI Guadalajara y el fundador de CADELEC, en 1998 era el director de la planta de Phillips, y anterior y posteriormente Lucent Technologies de Guadalajara.

man a los casi 100 mil que laboraban ya en esta industria (Carneti, 1999). En la misma reunión se tenía previsto que para el cierre del año las exportaciones de la industria electrónica rebasarán los 5 mil millones de dólares. Por último se señaló que el 70 % de esa rama industrial se encuentra establecida en Jalisco y genera el 95 % de la producción en diversas áreas del cómputo, electrónica, telefonía y ramas afines. Lo anterior subraya el papel de liderazgo que tiene ya Jalisco en el contexto nacional de las telecomunicaciones, electrónica e informática.

Por lo que se refiere a la formación de recursos humanos los empresarios se comprometieron a contratar a los egresados de las universidades, centros tecnológicos y universidades tecnológicas que son las instituciones que forman a los trabajadores que se requieren en estas industrias. Los centros de I-D ubicados en las universidades públicas y privadas del estado, en el sistema SEP-CONACYT y el sistema del CINVESTAV del IPN, están haciendo grandes esfuerzos por integrar redes con las empresas ofreciendo servicios técnicos y en algunos casos como el del CNS del CINVESTV-G desarrollando nuevos productos técnicos.

Con el fin de ilustrar la integración de capacidades, los mecanismos de los flujos de conocimiento y la forma en que se está constituyendo esta región como un espacio de conocimiento se analizará dos tipos de instituciones-actores: *a)* la primera, se dedica a la manufactura de teléfonos y contestadores y originalmente fue montada por Lucent, durante 1996. En 1997 esta empresa pasó a ser mayoritariamente de Philips cambiando nuevamente a Lucent en 1998 y cuyo director general es uno de los principales promotores de la generación de capacidades tecnológicas en el Estado; *b)* la segunda institución seleccionada es la unidad de Guadalajara del CINVESTAV, concretamente al Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS), que ha desarrollado artefactos técnicos en el área de telecomunicaciones, mismos que incluso han sido vendidos a la matriz de Lucent Technologies en Nueva Jersey.

4.1. Lucent: la acumulación de capacidades como estrategia de supervivencia

La planta de Lucent Technologies tiene su origen en una fábrica de contestadores montada en 1989 por AT&T, con la idea que prevalecía entonces de Focus Factory de concentrar sus esfuerzos en un sólo producto que se distribuyera después a todo el mundo. Las razones por las que AT&T seleccionó México para la instalación de la maquila, eran la estabilidad del país, la cercanía con EE.UU. y la mano de obra barata, con estudios a nivel medio, que podía complementar su formación técnica en escuelas especializadas de la región. En 1994, con la separación de AT&T en tres compañías independientes, la planta de Guadalajara se quedó con Lucent que en adelante sería la empresa que desarrollaría todo el equipo de telecomunicaciones. Con estos cambios se decidió también cancelar las operaciones de otras plantas similares que AT&T había establecido alrededor del mundo, con lo que la planta de Guadalajara incrementó su volumen de producción de 1,5 millones de unidades vendidas al año a 11 millones vendidas durante 1998 y el número total de sus trabajadores a 7.000 (Bué, 1998). La razón por la que se eligió la planta de Guadalajara como la principal productora de teléfonos y contestadores para Lucent, fue que a lo largo de los primeros 6 años de operaciones se comprobó que en Guadalajara la planta manufacturaba el producto cuatro veces mejor que cualquier otra de las plantas a nivel mundial y que se ofrecía el mejor servicio de entrega. Durante 14 meses esta planta entregó el 100 % del producto a tiempo y en las condiciones pactadas a los clientes mientras que su mejor competidor lo hacía en el 80 %. Esto se debía según el equipo directivo al que entrevistamos:¹⁵ a la continua capacitación de su personal; al área de I-D que se ha mantenido en la planta, en donde en el momento de nuestra visita, laboraban 60 ingenieros y diseñadores; y, a la preocupación constante por mantener la planta al día en normas de calidad y ambientales.

15. Para hacer este apartado realizamos visitas *in situ* a la planta de Phillips en Guadalajara donde entrevistamos a los ingenieros Carlos Bue, director de la planta, y Denise Wilson, gerente de I-D, y al encargado de difusión; esta visita también incluyó un recorrido guiado por la planta. También visitamos el corporativo de Lucent donde entrevistamos a los ingenieros Carlos Ramírez y Carlos Ortiz.

A finales de 1997 la planta de Lucent se integró a Philips como parte de una estrategia de crecimiento, de tal suerte que un 40 % de las acciones siguió en manos de la primera empresa y el 60 % restante de Philips. A decir del equipo que entrevistamos, lo único que realmente cambió en la planta fue la marca de los productos que comenzaron a ser Philips porque es más conocida internacionalmente, pero se siguieron manteniendo los programas y personal de la empresa, con el nuevo reto de incrementar la producción de la planta de Jalisco compitiendo con las otras plantas extranjeras de Philips. Hasta 1998 se había logrado trasladar la producción de dos plantas de Philips (con su consecuente cierre) a la planta de Jalisco.¹⁶

Si tratamos de analizar el papel que la empresa está jugando en la promoción de espacios de conocimientos en la región lo más importante sin duda es rescatar la labor de su director en la integración de redes para la formación de recursos humanos muy calificados en ciertas áreas técnicas proyectado en el que han intervenido casi todos los directivos de la planta y que detallaremos más adelante.

Volviendo a su segunda ventaja, es decir, el Centro de I-D, podemos afirmar que este se encuentra dirigido por un doctor en física estadounidense que trabajó en Bell Labs en Nueva Jersey. Estos laboratorios han mantenido desde entonces una relación muy cercana al desarrollo de la planta tapatía. El Centro, o lo que en la planta se conoce como el área de diseño concretamente de diseño especializado, empezó como un pequeño departamento en 1989, en el que trabajaban el director actual y otras dos personas. Su propósito era resolver problemas concretos de operación y diseño de algunos productos de la planta de Guadalajara. En 1994 el corporativo decidió que la operación de diseño ubicada fuera del país se trasladara a la planta de Guadalajara. Para el director del área esto significaba un gran reto, especialmente porque implicaba contratar al menos 40 ingenieros electrónicos bilingües en muy poco tiempo para iniciar operaciones. Muchos de estos ingenieros fueron reclutados de la plantilla académica de la unidad del CINVESTAV en

16. No tenemos los datos del cierre de las otras tres o cuatro plantas que competían con la de Jalisco a nivel internacional pero suponemos que no fueron cerradas pues la planta de Guadalajara pronto volvió a ser exclusivamente de Lucent.

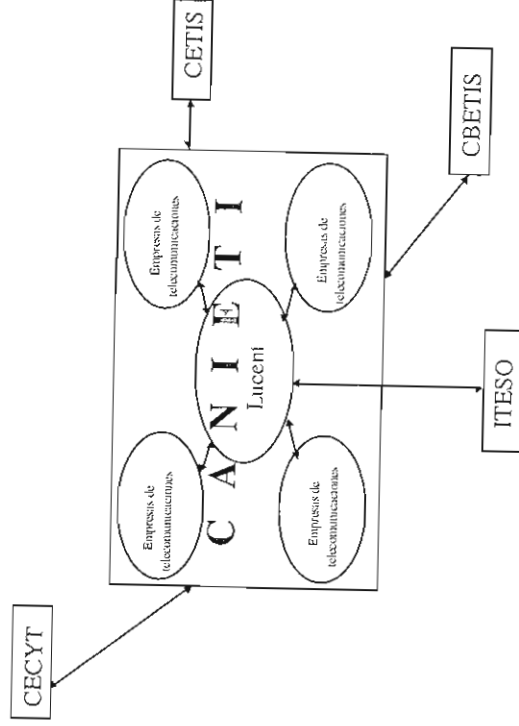
Guadalajara, concretamente del CTS del que hablaremos más adelante.

En el Centro de I-D se realizan trabajos de diseño de nuevos productos y pequeños cambios y modificaciones a los que ya existen siempre de acuerdo siempre a las demandas específicas de los clientes. Según los trabajadores de este Centro dos tercios de su trabajo están vinculadas a mejoras incrementales en los productos. La principal red que les permite el desarrollo y asimilación tecnológica es la que han desarrollado con Bell Labs, con quienes sostienen diferentes acciones de vinculación, siendo las más importantes; los intercambios continuos para el diseño de circuitos electrónicos; y las estancias de ingenieros técnicos en los laboratorios estadounidenses. Sin embargo aun que la relación con su matriz es fundamental para la operación del Centro también ha establecido otras redes con Instituciones de educación Superior en el estado de Jalisco. Por ejemplo con el ITESO, universidad privada situada en el predio adyacente a la planta, ha establecido diferentes acciones de vinculación como, la intervención de los ingenieros de la planta en el diseño de los currículas de las carreras de ingeniería, estancias de los estudiantes en la planta para realizar su servicio social y algunos de los ingenieros de esta incluyendo al director de la planta y del Centro de I-D imparten ciertas materias en las licenciaturas y maestrías de la Universidad. En un futuro se piensan implementar estas mismas acciones de vinculación con otras universidades como la Universidad de Guadalajara, con el propósito de contar con jóvenes formados en las áreas de interés para la planta. Aunque como veremos en la exposición del caso concreto la formación de especialistas ha sido el mayor incentivo para integrar el espacio de conocimiento regional alrededor de esta filial de Lucent, la empresa también ha incorporado al CINVESTAV-G, concretamente al CTS, dentro de su red socio-técnica. Sin embargo en el momento de realizar nuestra visita el intercambio se limitaba al uso de las instalaciones del CINVESTAV-G para probar la interferencia de sus modelos telefónicos. Es interesante señalar que el CINVESTAV-G también designa algunos de los circuitos electrónicos que son utilizados para la planta de Guadalajara, sin embargo estos son comercializados directamente a Bell Labs, que a su vez transfiere estos diseños a su planta de Guadalajara.

Si bien cuando la planta de Lucent llegó a Guadalupe una de las ventajas que ofrecía la ciudad era la abundancia de mano de obra barata, aunque poco calificada para los trabajos concretos que se requerían en ella, seguramente de no haberse modificado esta circunstancia pronto la planta hubiese desaparecido como las otras filiales establecidas alrededor del mundo. De tal forma que desde poco después del inicio de sus operaciones se han ido integrando distintas estrategias para la formación de los trabajadores que requiere la planta en los distintos niveles y especialidades (Bué, 1998). Estas estrategias también se han beneficiado de la posición del director de la planta en la CANIETI y de sus relaciones con las distintas instancias gubernamentales del estado.

Para lograr integrar un gran proyecto de formación de recursos humanos en las áreas de electrónica, computación y telecomunicaciones, se han consolidado distintas redes con dependencias gubernamentales, universidades y centros técnicos. En éstas interviene Lucent pero también la Cámara del sector, a través del «Comité de Educación y Tecnología», institución que trata de integrar la formación y el desarrollo tecnológico. Se pensó en este nombre para incluir las relaciones tanto de los centros educativos como las de los centros de I-D. Una de las primeras tareas de este Comité fue revisar los planes de estudio de las ingenierías y posteriormente la creación de dos maestrías en el área de electrónica. Por otro lado se encuentran las acciones emprendidas para mejorar las habilidades técnicas de los trabajadores de la planta. En este sentido la Cámara, la planta y otras empresas se han asociado con las escuelas técnicas de la región CETIS, CBTIS y CECyT con el fin de preparar a sus egresados en el área de soldadura. La preparación incluye un curso completo sobre la materia en donde se aprenderá no sólo cómo soldar sino también lo que sucede física y químicamente en este proceso, de tal forma que mediante un conocimiento profundo del proceso se podrá garantizar su duración y calidad. Dentro de las empresas asociadas al proyecto se encuentra el proveedor más importante de soldadura de la planta y del corporativo de Lucent que donó materiales e instrumentos, e inclu-

ESQUEMA 5
El proyecto de formación de recursos humanos



so el tiempo de sus técnicos para que impartieran cursos a los estudiantes jaliscienses.

Otro de los cursos que se están introduciendo en estas escuelas a propuesta de la CANETI, es el que se refiere al proceso de SMT (tecnología de superficie en manufactura) que básicamente consiste en incrementar la eficiencia y disminuir el tamaño de los componentes en los procesos de manufactura electrónica. Para el aprendizaje de esta nueva técnica (hace 5 años no existía en Guadalajara, pero ahora la utilizan casi todas las plantas del área), dos de las empresas proveedoras de equipo de la planta invirtieron cada una 6 millones de dólares que se destinaron a montar dos laboratorios en Guadalajara y están por construir el tercero, a estos laboratorios tienen acceso los estudiantes de las escuelas técnicas y de las universidades.

Además de estos proyectos concretos para la formación de recursos humanos existen otros mecanismos que facilitan el acercamiento entre empresas e instituciones educativas. Uno de

los principales es el congreso anual de la región de Jalisco organizado por la Cámara. A manera de ejemplo podríamos citar que el último congreso contó con la presencia de todas las universidades públicas y privadas, algunas escuelas técnicas y la unidad Guadalajara del CINVESTAV. También estuvieron representantes del gobierno del estado y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. En esta reunión se comenzaron a definir algunas políticas de colaboración entre las empresas y las instituciones educativas siempre apoyadas por el gobierno del estado que a diferencia de lo que había sucedido en otras ocasiones, estuvieron presentes en todo momento trabajando en propuestas igual que los otros participantes. Algunas de las propuestas se encuentran ya cristalizadas en lo que hemos expuesto al principio del capítulo.

Podemos decir que la planta de Lucent Guadalajara ha jugado un importante papel en la conformación de un espacio regional de conocimiento regional. Las principales actividades de su centro de I-D tales como asimilación y cambios incrementales en diseño han propiciado la formación de recursos humanos muy calificados en las áreas de electrónica y telecomunicaciones. Lo interesante, además, es la preocupación por la formación de especialistas más allá de los límites de la empresa con lo que también se ha favorecido la generación de capacidades en la región. La planta de Lucent Technologies, y sobre todo su director, han sido promotores importantes en la constitución de redes sociotécnicas que apoyen el desarrollo de capacidades en el estado de Jalisco, de tal suerte que éstas promuevan el establecimiento de nuevas empresas en la región. Es así que para los empresarios de la región la integración de un *espacio de conocimiento* es un motor fundamental para el desarrollo del estado.

4.2. El CIVESTAV: Guadalajara y los procesos de transferencia de tecnología internacionales

La unidad de Guadalajara del CINVESTAV tiene como antecedente la creación de un laboratorio industrial en 1986, siendo este un proyecto que formó parte del programa de transferencia de tecnología al que se comprometía la empresa IBM de Méxi-

co ante la Comisión de Inversiones Extranjeras al iniciar operaciones en México con 100 % de capital extranjero. Este laboratorio comenzó en la unidad Zacatenco del Instituto Politécnico Nacional ubicada en la Ciudad de México y dos años después se trasladó a la ciudad de Guadalajara.¹⁷ En dicha ciudad el laboratorio fue transformado en el Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS), con la encomienda de satisfacer las necesidades industriales de esta región, específicamente en el ramo electrónico.

A las actividades de investigación aplicada (sobre las que volveremos más adelante) se incorporaron las académicas cuando en 1995 se inició un programa de posgrado en ciencias con especialidad en ingeniería eléctrica, con las opciones de Control Automático y Telecomunicaciones. A partir del año de 1997 se incorporaron las opciones computación y sistemas electrónicos de potencia. En la actualidad el CTS forma parte de una unidad regional del CINVESTAV más amplia, aunque conserva independencia para plantear sus proyectos y para organizar los procesos de evaluación de sus trabajadores (gerentes e ingenieros), que bien podríamos llamar científico-técnicos. Mantiene ligas con el resto de la unidad sobre todo a partir de la transferencia de estudiantes y maestros a los programas de posgrado. Con la incorporación de actividades académicas la misión de la unidad Guadalajara del CINVESTAV es la siguiente:

Preparar recursos humanos altamente calificados; desarrollar investigación teórica y aplicada de alto nivel; realizar actividades de cooperación científica y tecnológica con el sector productivo.

La unidad se encuentra dividida en tres grandes áreas, el CTS, el área académica y el área de vinculación o de relaciones industriales que es la que se encarga de difundir las actividades del CINVESTAV-G a las industrias de la región. Como mencionamos anteriormente, dentro de las áreas de investigación se encuentra la de telecomunicaciones cuyo objetivo es el de formar profesionales de alto nivel en ingeniería de telecomunica-

17. La información de este apartado se obtuvo a partir de la página web del CNS y una visita *in situ* donde entrevistamos al Dr. Manuel Guzmán, su director; al encargado del CNS, a Mónica Cervantes, encargada de vinculación, y a varios becarios de posgrado que participan en distintos proyectos. Además realizamos una visita guiada al centro donde tuvimos la oportunidad de conversar con varios investigadores del mismo.

ciones, que sean capaces, además, de llevar a cabo procesos de investigación científica, desarrollo tecnológico y docencia a nivel superior. En esta área las líneas y proyectos de investigación son los siguientes: sistemas de telecomunicaciones; protocolos de comunicación; estudio de fibras ópticas birrefringentes; transmisión, reflexión y dispersión de la luz por materiales biológicos; desarrollo de software para conmutadores digitales y para procesamiento de llamadas; operación y evaluación del desempeño de las redes de telecomunicaciones;

Concretamente en el laboratorio de telecomunicaciones se desarrollan los siguientes proyectos:

- a) Conmutador telefónico desarrollado en el CINVESTAV Guadalajara.
- b) Programas de cómputo para diseño de circuitos integrados para comunicaciones digitales de alta velocidad.
- c) Red de PCs para pruebas de protocolos de computadoras.
- d) Software para simulación y análisis de desempeño de redes de telecomunicaciones.
- e) Laboratorio de ingeniería óptica.

Como se puede desprender de los ejemplos anteriores, en este centro de I-D sí se hace desarrollo tecnológico en telecomunicaciones que va mucho más allá del diseño y desarrollo de software y que además, como veremos cuando hablemos del CTS, los proyectos son financiados por empresas transnacionales que la mayoría de las veces se encuentran fuera del país. En el ámbito regional quizás la principal labor del CINVESTAV-G como institución-actor en la construcción de un espacio de conocimiento ha sido la transferencia de recursos humanos muy calificados a las empresas de la zona. Los mecanismos para ello han sido: la contratación por parte de las empresas de los técnicos que trabajaban en el CTS, bien sea porque se les acabara el contrato con esta institución, o bien, porque las empresas les ofrecían mejores condiciones de trabajo; y a partir de 1998 contratado a los egresados de sus maestrías. Curiosamente en ninguna de las entrevistas se mencionó que esta circunstancia fuera aprovechada para promocionar las soluciones técnicas que ofrecía el CTS como sucedía por ejemplo en el caso del CIATEQ en donde se mencionaba explícitamente como una manera de

ampliar las redes del centro queretano. A continuación describiremos con mayor detalle las formas de trabajar del CTS.

El CTS: tecnología de punta para empresas transnacionales

Desde su creación el Centro de Tecnología de Semiconductores ha estado vinculado a empresas transnacionales que hacen desarrollo tecnológico de punta. Baste recordar que el Centro se creó dentro de un programa en el que IBM se comprometía a formar e impulsar varios centros de transferencia de tecnología como requisito indispensable para establecerse en México con el 100 % de capital extranjero. Desde el inicio de operaciones del CTS se pensó en este como un centro de servicios en el área de semiconductores, específicamente para atender la demanda de la industria electrónica; fue por ello que se trasladaron al corredor industrial de Jalisco, pensando que la cercanía física con las empresas especializadas haría más fácil la comercialización de sus productos. Sin embargo, y a pesar de que muchos de sus investigadores han logrado introducirse en las redes empresariales de la región, sus productos siguen siendo vendidos a empresas extranjeras. Lo anterior se explica sobre todo porque la filosofía de los directivos del centro ha sido que, los productos desarrollados en este incorporen los últimos avances técnicos y, muchas veces, las empresas montadas en el área de Jalisco (maquiladoras de distintas generaciones), no desarrollan su propia tecnología, la importan de sus matrices, por lo que no pueden incorporar grandes avances técnicos (CTS, 1999).

Tenemos entonces que los flujos de conocimiento del CTS superan el ámbito regional y nacional para incorporarse principalmente a centros de I-D localizados en diferentes regiones de Estados Unidos. Estos flujos tienen dos propósitos; el desarrollo de productos técnicamente muy sofisticados y a la medida del cliente; el segundo relacionado con la integración de paquetes tecnológicos, lo que se ha logrado a partir del trato con los clientes para cubrir cabalmente sus pedidos. En el proceso de integración de paquetes tecnológicos se han desarrollado nuevas áreas de investigación que se encargan del diseño de nuevos productos.

Los trabajos del CTS están organizados de acuerdo a tres estructuras; la primera, se relaciona con contratos para la solu-

ción de problemas concretos en los que se cobra al cliente las horas que los técnicos del Centro invierten en la solución del problema; la segunda, es por contratos anuales establecidos entre las empresas y el Centro donde la empresa va involucrando a los técnicos del CTS en el desarrollo de diferentes, proyectos, productos, o bien en problemas técnicos que se presenten a lo largo del periodo contratado; y, la tercera, implica la elaboración de un producto que es financiado en parte por la empresa y al momento en que ésta lo comercializa se establece un contrato de pago de regalías al Centro. Esta última modalidad era seguida también por algunos de los productos técnicos desarrollados en el CIO con la diferencia de que en este último los empresarios encargados de producir y comercializar el artefacto técnico eran casi siempre personal del Centro, mientras que en el CTS las empresas son corporaciones transnacionales.

Los académicos y técnicos del CTS reciben compensaciones salariales equivalentes a estímulos académicos y la beca del SNI y mismas que son financiadas con el dinero que llega de los proyectos. El personal del Centro esta integrado por tres doctores en física (uno de ellos es el actual director de la unidad Guadalajara) y el resto son ingenieros egresados de las universidades de la región. El centro trabaja con números negros e incluso financia otras áreas del CINVESTAV-G muy concretamente los trabajos terminales de los estudiantes de posgrado en los proyectos del Centro que pueden o no estar financiados por empresas externas y cuyos productos en algunos casos pueden venderse a estas. También financian algunas becas de estudiantes de posgrado y estancias de profesores invitados. Por otro lado algunos de los investigadores del área académica intervienen en algunos proyectos del Centro.

En el momento de realizar nuestra visita, el CTS estaba volcado hacia el trabajo de diseño de telecomunicaciones, específicamente en tarjetas y circuitos para redes de computadoras que sustituyan lo que en la actualidad hace el módem; también se diseñan ciertos dispositivos para incrementar la velocidad de las computadoras, algunos de los cuales ya han sido comercializados por empresas de Estados Unidos y por los cuales reciben ya regalías.

Como estrategias de vinculación los especialistas del CTS

asisten continuamente a ferias internacionales donde procuran mostrar sus capacidades a la manera de un despacho técnico especializado. Este centro tiene la ventaja de que cuentan con la infraestructura del CINVESTAV-G lo que hace que sus proyectos cuenten con un amplio respaldo académico. Como se mencionó anteriormente, los flujos de conocimiento trascienden la ciudad, estado región y el país y se ubican más en el ámbito internacional que es donde se localizan sus proyectos. No vamos a entrar en detalle de describir alguno de ellos lo que pensamos destacar es que estos se encuentran financiados por filiales extranjeras de empresas transnacionales y en algunos pocos casos por las empresas nacionales. Por último cabe destacar que son estos especialistas los encargados de la venta y administración de los proyectos tal como sucede en el CIATEQ. El área de vinculación por su parte se encarga de: establecer ciertas ligas con las empresas del estado; atender los eventos que se organizan en el país; y, sobre todo, establecer vínculos con otras Instituciones académicas de la región.

La selección del CTS y de la planta de Lucent, se hizo en función de que se pensaba, a partir de los datos de la página web del primero, que las dos instituciones tenían fuertes relaciones tecnológicas, cabe aclarar aquí que la página cita varios proyectos en colaboración con Lucent Technologies. Sin embargo, cuando llegamos a Guadaluajara, encontramos que la relación de las dos instituciones analizadas se reduce según la empresa la prueba de sus modelos de teléfonos, y según el CTS a la formación de muchos de los ingenieros del departamento de investigación y desarrollo de la empresa. Lo que encontramos en este caso es una red sociotécnica donde los conocimientos fluyen del CTS a Lucent exclusivamente a partir del movimiento de sus técnicos, esto no ha sido capitalizado para otras colaboraciones, como se hace por ejemplo en el caso del CITEQ.

Es así como el CTS del CINVESTAV-G forma parte del espacio de conocimiento regional en el mismo sentido que lo hacen otras instituciones de educación superior esto es formado especialistas. No parecen existir otras labores de intercambio de conocimiento ni con Lucent ni con otras empresas de la región quizás debido a que las empresas tienen controlados muchos de los problemas puntuales de la producción, que en algunos casos son los que llevan al acercamiento entre instituciones, y a que el

CTS se dedica a hacer desarrollos de punta que no pueden ser aprovechados por las empresas del área. En el caso de Lucent Guadalajara muchas veces estos desarrollos son transferidos de su matriz extranjera y no del CTS que esta a pocos kilómetros.

A partir del análisis de estas dos instituciones tenemos que el espacio de conocimiento de esta región se ha basado en la formación de recursos humanos y que, a pesar de existir capacidades y necesidades muy cercanas, no se ha avanzado en otros sentidos.

Conclusiones

A lo largo de la presentación de los casos que componen este capítulo hemos demostrado la existencia de espacios de conocimiento regionales en los que: se han acumulado capacidades; en donde el conocimiento fluye, con distintos propósitos que van desde la consolidación proyectos tecnológicos, hasta la formación de recursos humanos; y, en los que, se comienzan a integrar redes interinstitucionales. Hemos documentado también, otros casos en donde para la integración de espacios de conocimiento intervienen instituciones localizadas fuera de las regiones y hasta del país en estos, la consolidación de estos su-pera entonces las fronteras regionales y hasta nacionales aun-que las capacidades acumuladas se quedan en una región determinada.

En países como México donde es difícil encontrar resultados en cuanto a procesos de transferencia tecnológica, patentes y otros parámetros cuantificables, estructurar el trabajo en función de analizar lo que hemos llamado *espacios regionales de conocimiento* nos permite enriquecer substantivamente la descripción de las capacidades y redes de innovación que se están formando. Para ello el material que aportan los casos y proyectos concretos es de gran riqueza.

Para concluir con un análisis de nuestros casos, comenzamos retomando uno de nuestros primeros presupuestos: la influencia de las referencias institucionales en los procesos de vinculación de nuestras instituciones actores. En este sentido encontramos que una de las referencias que posibilita la formación de redes sociotécnicas es lo que podríamos llamar la «vo-

cación institucional innovadora», que podríamos definir como la capacidad de generar nuevos productos técnicos de los actores institucionales, y/o la formación de recursos humanos demandados por las empresas de la región.

La vocación institucional innovadora se puede analizar a partir de las estructuras y las referencias de las instituciones-actores que intervienen en un proceso de flujo de conocimiento. Comencemos por lo más evidente las estructuras de vinculación de nuestros protagonistas. Entre los centros SEP-CONACYT encontramos diferentes formas de interactuar con su entorno que, en principio, podrían estar relacionadas con la vocación tecnológica o científica para la que fueron creados. Sin embargo, a lo largo de la exposición del CIATEQ, CIO Y CIMAT encontramos que las estructuras de vinculación están más relacionadas con la vocación institucional innovadora. Así por ejemplo, en el caso del CIATEQ, no hay, contra lo que podríamos esperar por ser este un centro tecnológico, un área específica de vinculación. Para los técnicos y directivos del CIATEQ, los trabajos de venta de productos técnicos¹⁸ forman parte de su quehacer cotidiano y, por lo tanto, la necesidad de establecer continuos contactos para resolver problemas técnicos de otras instituciones, se encuentra en las referencias de cada uno de los técnicos y no en un área determinada. Por su parte, en el CIMAT Y CIO, ambos centros científicos, existe un departamento o área de vinculación, en donde se concentran todas las tareas de contactar con otras instituciones para la solución de problemas, sin que existan las estructuras para que esto se transfiera al resto del personal del centro. Mismo que muchas veces se encuentra trabajando en otras actividades que muchas veces son contradictorias a la solución de problemas específicos. En el caso del CI-NESTAV-G en donde existe un departamento o un área de vinculación, las funciones de ésta son más bien de promocionar todas las actividades de la unidad. Sin embargo el CTS, que es el centro de desarrollo tecnológico que mantiene fuertes vínculos con el exterior, tiene una estructura parecida al CIATEQ, donde cada uno de los técnicos se encarga de conseguir clientes para sus proyectos. Por su parte, al interior de las empresas

18. Incluimos bajo esta clasificación productos, procesos y formación de recursos humanos.

analizadas, no existe un área de vinculación y de alguna manera sucede lo mismo que en el CIATEQ y en el CTS todos están encargados de buscar la mejor forma y la mejor institución que ayude a solucionar sus problemas. Así en el CIATEQ; CTS y en las empresas la *vocación institucional innovadora* se constituye en una referencia que no sólo guía las acciones de un departamento sino de todos los miembros de estas instituciones.

Salvo en el caso del CINVESTAV-G no existe un área encargada de promover los recursos humanos que egresan de sus programas de posgrado, a pesar de la importancia que tiene este para los centros científicos. Lo anterior se debe a que el CINESTAV-G encontró que una de las principales demandas de la región donde se encuentra ubicado es precisamente tener acceso a recursos humanos muy formados. Por su parte Lucent Technologies y Telmex tienen políticas claras de formación de recursos humanos especializados y de los vínculos institucionales para acceder a ellos. Vale la pena rescatar el caso de Lucent que ha constituido toda una estrategia para incrementar las capacidades técnicas de sus trabajadores e incorporar técnicos especializados a sus laboratorios. En la región de Jalisco encontramos pues que la formación de recursos humanos es un proyecto muy importante en las dos instituciones analizadas para la región.

Para el caso del CIATEQ la formación de sus recursos humanos propios o ajenos se encuentra relacionada una estrategia para acercarse a las empresas que supera la mera transferencia de estos recursos insertándose más en la venta de soluciones técnicas. Recordemos el caso de los caballos de Troya citado en la exposición del Centro.

Es importante analizar también la composición de las redes de colaboración. De manera general podemos decir que en todos los casos de este capítulo las colaboraciones son entre instituciones de distinto tipo. Así aunque las empresas están más vinculadas con otras empresas proveedoras de tecnología (recordemos la especificidad de la industria de las telecomunicaciones citada al principio del capítulo), también han empezado a vincularse con centros de I-D de la misma región o de otras con el fin de colaborar juntos en distintos proyectos. Estos proyectos si bien comienzan siendo consultorías puntuales poco a poco se transforman en procesos de mayor convergencia. En los centros de

I-D las colaboraciones también involucran múltiples actores-institucionales. Estos pueden estar ubicados en otros centros de investigación, muy claramente sucede lo anterior en el CIO y en el CIMAT. Sin embargo en estos dos casos tenemos también proyectos de colaboración con empresas y, en el caso del CIO, existen colaboraciones que se han establecido a partir de la comercialización de los productos técnicos del centro. Por otro lado, los casos del CIATEQ y CINVESTAV presentan matices particulares. En el primero existen vínculos con otros centros de I-D que sabemos, se establecen con el propósito de integrar proyectos técnicos. En el caso del CINESTAV-G los vínculos se establecen con otras unidades del mismo sistema y en algunos casos con universidades del estado de Jalisco. En los dos casos existen también vínculos con empresas localizadas fuera de la región y en ocasiones, como sucede muy a menudo en el caso del CINESTAV-G, del país. Nuevamente encontramos casos de espacios de conocimiento regionales pero también nacionales y muy claramente en el caso de Jalisco internacionales.

Si consideramos la integración de espacios de conocimiento desde la perspectiva regional encontramos también coincidencias y diferencias en lo que sucede con las telecomunicaciones en las regiones revisadas. Así por ejemplo en Querétaro parecería no existir un empate entre lo que ofrece el CIATEQ y lo que el CNS pudiese demandar. El CNS se instaló en la región fundamentalmente por sus condiciones físicas: es una zona sin sistemas ni muchos riesgos naturales, y no existía ninguna reflexión acerca de las ventajas que representaba el contar con capacidades acumuladas en los centros de I-D del estado. Por su parte el área de telecomunicaciones del CIATEQ no está muy interesada en vincularse específicamente a empresas de la región, salvo para la venta de ciertos servicios de software, diseño de páginas y soporte en Internet incluyendo la administración de la cuenta, en donde las empresas del estado se convierten en sus clientes naturales. Contrario a lo que sucede con algunos proyectos del área de materiales que si están muy pensados para las empresas de la zona. Esto nos lleva a reflexionar sobre la importancia del sector tecnológico en la ubicación territorial de los espacios de conocimiento que están integrando.

En Guanajuato por su parte existe una gran oferta de centros de I-D y muchas empresas pero pocas que demanden apli-

caciones en el área de telecomunicaciones. Por su parte los centros analizados desarrollan ciertos proyectos que, cuando son por encargo, tienen como clientes a empresas o instituciones que se encuentran fuera del estado. Esto se debe a que nuevamente como en el caso del CIATEQ las empresas de la región sólo demandan servicios de Internet que no ofrecen ninguno de estos dos centros.

El caso de Jalisco presenta ciertas particularidades. Las empresas e instituciones gubernamentales del llamado Silicon Valley mexicano se han dado a la tarea desarrollar empresas industriales especializadas en áreas de tecnología de informática y telecomunicaciones en las que el reto será incorporar componentes tecnológicos. De tal suerte que no sean sólo maquilas sino que puedan servir como motores del desarrollo integral del estado. En este sentido existe, como podemos ver muy claramente en el discurso de empresarios y funcionarios gubernamentales, una preocupación porque se desarrollen capacidades técnicas susceptibles de ser aprovechadas en los procesos de producción de las empresas. Sin embargo se reconoce que falta mucho por hacer los centros de I-D siguen sin transferir conocimientos. Hasta el momento lo que se ha desarrollado es un plan para la formación de recursos humanos calificados. El CINVESTAV-G por su parte al no encontrar interlocutores regionales, siguió el camino de desarrollar productos técnicos para los centros de I-D de las empresas transnacionales mismos que en la mayoría de los casos se encuentran fuera del país. Sin duda y a pesar de los contactos precisos y puntuales entre los dos tipos de instituciones es en esta región en donde se han desarrollado una mayor «*vocación institucional innovadora*» en el área de telecomunicaciones aunque esto aún no se refleje en colaboraciones conjuntas.

Referencias

- BOLTON, Brian *et al.* (1993): *Telecommunications services: negotiating structural and technological change*, International Labour Office, Ginebra.
- BIGGS, Colin, Robin BRINGTON y Rachel CLARK (1996): «UK learning Alliances», *Industry and Higher Education* (febrero), 37-42.

- BUE, Carlos (1998): «Entrevista personal en Phillips», Guadalajara, 28 de mayo.
- CASAS, R., R. DE GORTARI y M.J. SANTOS (2000): «The building of knowledge spaces in Mexico. A regional approach to networking», *Research Policy*, 29, 225-241.
- CANIETI (1999): Página web de la Cámara Nacional de la Industria de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática, disponible en línea en URL www.canietigdl.com.mx
- CIATEQ (1998): Sistemas y electrónica, folleto explicativo para clientes.
- (1999): Página web del Centro de Investigación y Asistencia Técnica del Estado de Querétaro, disponible en línea en URL www.cia-teq.mx
- CIMAT (1999): Página web del Centro de Investigación en Matemáticas Avanzadas, disponible en línea en URL www.cimat.mx
- CIO (1998): Página web del Centro de Investigaciones en Óptica, disponible en línea en URL www.cio.mx
- (1998): Manual de operaciones de la dirección de vinculación, Centro de Investigaciones en Óptica, versión 1.0.
- CINVESTAV-G (1999): Página web del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Guadalajara, disponible en línea en URL www.gdl.cinvestav.mx
- (1999): «Información sobre programas de maestría y doctorado», folleto del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Guadalajara.
- COFETEL (2000): Página web de la Comisión Nacional de Telecomunicaciones, disponible en línea en URL www.cft.gob.mx
- CONACYT (1998): *Historia de las Instituciones SEP-CONACYT*, Secretaría de Educación Pública y Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Editores, México.
- CONCyTEG (1998-2000): *Plan Nacional de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato*, Gobierno del Estado de Guanajuato.
- Dosi, Giovanni (1982): «Technological paradigms and technological trajectories», *Research Policy*, 11, 147-162.
- ELZEN, B., B. ELZLNIC y W. SMIT (1996): «Socio Technical networks: How a technology approach may help to solve problems related to technical change», *Social Studies of Science*, vol. 26, 95-141.
- GIBBONS, Michael *et al.* (1994): *The new production of Knowledge*, Sage Publications, Londres.
- GUZMAN, Manuel (1998): «Entrevista personal en CINVESTAV-G», Guadalajara, 29 de Mayo.
- HUGHES, P. Thomas (1996): «El impulso tecnológico», en M.R. Smith y L. Marx (eds.), *Historia y determinismo tecnológico*, Alianza, Madrid, 117-130.
- LATOUR, Bruno (1998): «De la mediación técnica: filosofía, sociología,

- genealogía», en Miquel Domènech y Francisco J. Tirado (comps.), *Sociología simétrica*, Gedisa, Barcelona, 249-302.
- LUCENT TECHNOLOGIES (1998): Página web de Lucent Technologies, disponible en línea en URL www.lucent.com
- MELCHOR, Armando (1999): «Entrevista personal en el CIO», León, Gto., 19 de enero.
- PINCH, Trevor (1997): «La construcción social de la tecnología: una revisión», en María Josefa Santos y Rodrigo Díaz (eds.), *Tecnología y procesos culturales*, FCE, México.
- RAMOS, Alfredo (1997): «Entrevistas personales en CIATEQ», Querétaro, 10-11 de noviembre.
- RUBIO, Felipe (1997): «Entrevistas personales en CIATEQ», Querétaro, 10-11 de noviembre.
- SANTOS, María Josefa (1998): *Cien mil llamadas por el ojo de una aguja. Un análisis antropológico de la apertura de las telecomunicaciones*, Serie Cuadernos de Investigación IIS / UNAM / Plaza y Valdés, México.
- SIQUEIRA, Ethevaldo (1993): «Laboratorios Bell: aquí se proyecta el futuro», *Tele Press*, año 3 n.º 15 (julio-agosto).
- STARODUMOV, Andrei (1999): «Entrevista personal en el CIO», León, Gto., 19 de enero.
- TELÉFONOS DE MÉXICO (1990): *Cables de fibras ópticas. Resultados*, Telmex, México.
- VÍLAGÓMEZ, Mauro (1998): «Entrevista personal en el CNS», Querétaro, 18 marzo.
- Voces (1995): «Alianzas estratégicas para anticiparnos al futuro», año 32, n.º 387 (enero).
- (1995): «De la telefonía a las telecomunicaciones», año 32, n.º 393 (julio).