

INTRODUCCIÓN GENERAL

Rosalba Casas

El análisis de los procesos mediante los cuales se producen y se transfieren los conocimientos se ha constituido en uno de los temas centrales de reflexión de distintos enfoques aplicados al estudio de la ciencia, la tecnología y la innovación a nivel internacional. En estos procesos resulta muy importante comprender la naturaleza de las interacciones entre los productores y los usuarios de conocimientos para analizar cómo se construyen los desarrollos tecnológicos.

En los enfoques recientes sobre el desarrollo tecnológico y la innovación, se perciben distintas formas de abordar el estudio de esas interacciones: una centrada en el sistema de investigación y desarrollo, con lo que de alguna forma implícitamente se estaría sosteniendo que la innovación es un proceso lineal que va de la investigación básica al desarrollo tecnológico, y otra que considera a este sistema, pero que trata de articularlo con la estructura productiva o con los sectores económicos, cuyas interacciones son básicas para comprender la forma en que se generan los procesos innovativos. Dichas formas no son excluyentes sino complementarias (Johnson y Lundvall, 1994), ya que lo que se combina en la innovación son diversas piezas de conocimientos generadas en distintos ámbitos.

La búsqueda consciente del conocimiento no es la única fuente de innovación, ya que el aprendizaje que tiene lugar en las actividades económicas rutinarias produce nuevas piezas de conocimiento, a menudo tácticas y específicas de las empresas, pero que aún así se pueden incorporar a las innovaciones (Johnson y Lundvall, 1994: 696). Esto indica que las innovacio-

nes son procesos extremadamente complejos y que la única forma efectiva de analizarlos es siguiendo las interacciones entre empresas, universidades e instituciones públicas.

La preocupación por encontrar las fuentes que contribuyen al desarrollo de la innovación, estuvo inicialmente centrada en las empresas, ya que se pensaba que los factores que contribuían a ella lo hacían en forma directa y mediante los procesos de aprendizaje en los sectores industriales. Sin embargo, a nivel internacional cada vez se reconoce más que los conocimientos producidos en el ámbito de las universidades y los centros de investigación públicos constituyen también un importante insumo para los procesos de innovación en las empresas y se ha demostrado que esta relación se da en forma indirecta. Diferentes trabajos han documentado la importancia del conocimiento producido en las universidades (Edquist y Lundvall, 1993; Etzkowitz y Leydesdorff, 1997; Johnson y Lundvall, 1994; Mansfield, 1991; Nelson, 1993; OCDE, 1996; y Rosenberg y Nelson, 1994), y todos ellos apuntan a reconsiderar y a poner mayor atención en las formas en que indirectamente esas instituciones, que son centros productores de conocimiento, están contribuyendo a los procesos de innovación en las empresas.

Este libro se sitúa en el análisis de las relaciones interactivas para la producción y aplicación de conocimientos, como un paso metodológico previo en el análisis de los procesos de innovación. Se trata de indagar si los procesos de construcción de redes entre distintos actores van avanzando progresivamente hacia el modelo no lineal de desarrollo tecnológico. Los trabajos que se incluyen en el presente libro son producto de la investigación colectiva, que tuvo como propósito analizar los procesos mediante los cuales se construyen redes de conocimiento a nivel regional, que permiten la formación de espacios regionales de conocimiento y de espacios potencialmente favorables para la innovación. Es decir, el libro en sí no se centra en el análisis de procesos que ya generaron innovaciones, sino que considera el estudio de los procesos dinámicos de formación de redes en los cuales se transmiten conocimientos, tácticos y codificados, que a la larga pueden generar procesos innovativos en sectores económicos de relevancia para el desarrollo regional.

Este trabajo parte de investigaciones previas realizadas sobre las interacciones entre las universidades, las empresas y el

gobierno (Casas y Luna, coords., 1997), en las que hemos documentado un cambio en las políticas y estrategias de estos actores en favor de la interacción para promover el desarrollo tecnológico. Lo que nos interesa ahora es analizar cómo se generan los procesos de interacción entre esos actores, qué ocurre durante el proceso de aprendizaje entre ellos, qué tipo de conocimiento es el que fluye y se transmite entre los actores y dónde existen capacidades importantes que puedan dar lugar al desarrollo económico y social basado en conocimiento.

A través de esta investigación hemos podido detectar la existencia de conocimiento acumulado y muchas veces subutilizado, en campos específicos relevantes para el desarrollo social o económico. Asimismo hemos observado la transferencia de flujos de conocimiento, entre distintos actores e instituciones, que están dando lugar a la construcción de redes incipientes a las que hemos denominado *redes de conocimiento*. Éstas se construyen a través de procesos de aprendizaje en regiones o localidades específicas. Para efectos de esta investigación hemos designado a este fenómeno, como *espacios regionales de conocimiento*.¹ La formación de estos espacios está conduciendo a la recombinación de conocimientos entre las universidades y los centros públicos de investigación y a través de sus relaciones con las empresas, lo que favorece la creación de masas críticas de investigación en campos de desarrollo tecnológico especializado.

La creación de espacios regionales de conocimiento refleja una situación que es característica de México y probablemente de otras regiones en desarrollo, que presentan un proceso innovativo limitado. Los trabajos que se incluyen en este libro documentan algunos de los factores que conducen a la formación de estos espacios, que constituyen en sí ambientes favorables para la innovación a nivel regional.

La idea de espacios regionales de conocimiento es diferente de otras conceptualizaciones adoptadas en la literatura de los estudios de innovación —tales como clusters de innovación, nichos tecnológicos o redes de innovación—, que se centran en explicar los procesos de innovación en sí mismos. Como lo hemos indica-

1. Este concepto que se desprende de la investigación colectiva, fue utilizado y documentado en un trabajo publicado previamente y realizado por R. Casas, R. de Gortari y M.J. Santos (2000).

do con anterioridad estos espacios darían lugar a la formación de ambientes con potencialidades para la conformación de sistemas de innovación regionales. En este sentido nuestro enfoque puede ser visto como complementario a otros estudios desarrollados desde la perspectiva de la innovación. A lo largo de los capítulos que integran esta obra nos referimos en profundidad a las características y modalidades que adoptan estos espacios a partir de la investigación empírica. En las conclusiones tratamos de definir con mayor precisión el contenido de este concepto.

La definición de los conceptos anteriores fue producto de la lectura y análisis, durante el proceso de nuestra investigación, de un conjunto de marcos conceptuales y de enfoques teóricos que resultaron relevantes para el trabajo en distintas etapas del proceso de la investigación. A través de discusiones periódicas en nuestro seminario de investigación entrelazamos distintos enfoques para generar un enfoque propio. Nuestra investigación parte de la consideración de las bases conceptuales y analíticas proporcionadas por: el modelo no lineal de producción del conocimiento; la teoría de la innovación; el enfoque de regiones; el enfoque de redes de actores; las relaciones recursivas y reticulares entre academia-industria-gobierno (triple hélice); y, el papel de la ciencia y la tecnología en las políticas sociales. A continuación destacamos los elementos más relevantes de cada uno de estos enfoques que fueron útiles para construir la conceptualización de nuestra investigación y que articulamos para definir el enfoque que guió nuestro trabajo.

El modelo no lineal de producción del conocimiento

Christopher Freeman, Nathan Rosenberg y otros (Rosenberg, 1991) han demostrado de manera convincente que la evidencia histórica pone en duda o descarta la aplicación generalizada de modelos lineales de innovación, ya que la diferencia de tiempo entre los avances científicos y sus aplicaciones tecnológicas puede variar solamente en unos meses, o bien la innovación tecnológica puede realmente preceder al descubrimiento científico o en ocasiones los avances científicos pueden estar basados en la invención de nuevas maquinarias y no en el sentido opuesto.

Estos hechos ponen de manifiesto que los procesos a través de los cuales surgen las innovaciones son extremadamente complejos, y tienen que ver con la emergencia y difusión de conocimientos, así como con la traducción de éstos en nuevos productos y procesos de producción (Edquist, 1997: 1). Estos planteamientos han incentivado las investigaciones para demostrar cómo se producen los desarrollos tecnológicos y las innovaciones y qué diferencias se observan en distintos campos tecnológicos y/o sectores industriales. El trabajo colectivo que aquí se presenta se planteó investigar sobre esas complejas interacciones, asumiendo que están basadas en relaciones interactivas y que involucran el concurso de la ciencia, la tecnología y el aprendizaje entre distintos actores.

Los procesos de desarrollo científico y tecnológico están evolucionando de un modo denominado tradicional, en el que el conocimiento se genera en un contexto disciplinario y principalmente cognitivo, a un nuevo modo denominado Modo 2 (Gibbons *et al.*, 1994) en el que el conocimiento se genera en contextos más amplios, transdisciplinarios, económicos y sociales. Esta nueva forma de producción del conocimiento se caracteriza, porque se desarrolla para la solución de problemas en un contexto de aplicación; involucra la participación de varias disciplinas entre las que se generan sus propias estructuras teóricas y métodos de investigación; es heterogéneo y de diversidad organizacional, ya que se constituye por grupos de investigación menos institucionalizados y mediante la conformación de redes que se disuelven cuando se resuelve un problema; y, es más responsable socialmente, pues se genera por la preocupación pública sobre problemas que afectan a la población, lo que implica un trabajo más reflexivo (Gibbons *et al.*, 1994).

Esta nueva idea en la producción del conocimiento nos planteó importantes interrogantes acerca de la forma como se construye el conocimiento en distintos campos tecnológicos en México y particularmente ahí donde se producen interacciones entre distintos actores. En un país cuyas capacidades de producción de conocimiento son limitadas y acotadas a un conjunto pequeño de instituciones, y donde los sectores productivos no se han caracterizado por apoyar el desarrollo tecnológico, resulta interesante indagar hasta dónde el conocimiento se sigue generando con apego a la forma tradicional o si se están gestando cambios

en este proceso, debidos a las interacciones entre distintos agentes. Esta interrogante adquiere mayor relevancia, por el argumento que sustentan Gibbons *et al.* (1994) en el sentido de que con el nuevo modo de producción del conocimiento se entra en una etapa en que la política debe orientarse hacia una distribución social del conocimiento. Por lo anterior es importante realizar esfuerzos para comprender cómo se genera el conocimiento, en qué contextos y cómo fluye de manera tal de poder definir políticas públicas para orientarlo socialmente.

La teoría de la innovación

Hasta fines de los años ochenta, los estudios sobre innovación en el campo de la economía se habían conducido a un nivel micro y se habían basado en la naturaleza acumulativa del cambio técnico y en la evidencia de la heterogeneidad microeconómica y de los *gaps* tecnológicos. Sin embargo, Cimoli y Dosi (1994) argumentan que los pasos que llevan a la teoría microeconómica de la innovación y la producción a análisis más agregados, son numerosos y complejos. Esto ha generado la posibilidad de desarrollar conceptos, en el ámbito de la historia de la tecnología, como el de sistemas tecnológicos, que en los términos de Cimoli y Dosi significan combinaciones estructuradas de paradigmas tecnológicos micro. Por su parte, Freeman y Pérez (1988) han sugerido la noción de paradigmas tecno-económicos como una definición sintética de sistemas de producción e innovación a un nivel macro y de las relaciones sociales de ejercicio de autoridad. Como un paso intermedio hacia la identificación de regímenes nacionales socioeconómicos, los autores consideran la anatomía y desarrollo de sistemas particulares de innovación y producción a un nivel nacional que tienen mecanismos distintivos y direcciones de aprendizaje, y que están fundados en la micro teoría de producción e innovación.

El concepto de Sistema Nacional de Innovación (SNI) es una herramienta útil no sólo para entender el proceso de innovación, sino además los procesos de producción y distribución de conocimiento en la economía (Edquist, 1997), siendo este último uno de los aspectos centrales de nuestra investigación. Puesto que los sistemas de innovación se conciben como una

red de instituciones entre los sectores público y privado cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías (Freeman, 1987), resulta un enfoque útil para nuestros propósitos de investigación, ya que plantea esa idea de redes y de carácter interactivo (Johnson y Lundvall, 1994) en el que se sustenta la formación de espacios regionales de conocimiento.

Lo que interesa en esta investigación no es sólo la creación de conocimiento en sí mismo, sino cómo fluye a distintos sectores de la sociedad, lo que en términos de Vithlani (1996) significaría una «distribución de poder» del sistema, es decir, la capacidad del sistema de asegurar oportunamente el acceso de los innovadores al stock relevante de conocimiento. Por lo tanto, para nuestro estudio lo que interesa es detectar los mecanismos concretos a través de los cuales ocurre esa distribución de conocimientos.

Es importante destacar que aunque preferentemente el concepto de SNI ha sido desarrollado por los economistas de la innovación, los *policy makers*, principalmente a través de la OCDE (1996), le han dado un carácter más operacional, centrándose en la idea de flujos de conocimiento, ya que se sostiene que las empresas casi nunca innovan en aislamiento, ya que interactúan con otras organizaciones, para incrementar, desarrollar e intercambiar varios tipos de conocimiento, información, y otros recursos, lo que ha dado lugar al concepto de flujos de conocimiento, que se ha constituido en el centro del análisis de los SNI.² Este concepto se constituye en un aspecto central de nuestra investigación, a través del cual queremos identificar el tipo de conocimiento que se transmite (convencional o de frontera, tácito o codificado, disciplinario o interdisciplinario) y las direcciones que siguen estos flujos de conocimiento entre los actores que participan en una red.

2. La OCDE (1997) ha desarrollado indicadores para medir los flujos de conocimiento, agrupándolos en cuatro categorías: indicadores del stock y flujo de conocimientos, indicadores de la manera como se comparte y se transfiere el conocimiento, indicadores de la efectividad en el compartir y transferir el conocimiento e indicadores del impacto económico de compartir y transferir el conocimiento. Sin embargo, la construcción de estos indicadores requieren contar con bases de datos muy detalladas sobre el conocimiento que circula a través de las colaboraciones.

La perspectiva regional

Aunque la gran mayoría de los trabajos en la literatura nacional e internacional, se centran en el análisis de las relaciones entre los actores en el plano nacional, se ha observado que los actores locales y regionales se han convertido en activos promotores del desarrollo industrial basado en la ciencia y la tecnología. De aquí que conceptos referidos tradicionalmente al plano nacional, actualmente se exploren a nivel regional o local como son los casos de estudios de los sistemas de innovación regionales (Nelson, 1993), o del desarrollo económico regional basado en conocimiento (Erzkowitz y Uzzi, 1996; Schuetz, 1996), o de los distritos industriales (Biggiero, 1998; Goodman, 1991; RLET, 1996). Además, se ha observado que en distintos países se han introducido políticas de regionalización a partir de sus sistemas de investigación y de los procesos de transferencia (Davies y Howells, 1992).

El interés de nuestra investigación radica en acotar el análisis al plano regional y/o local para detectar las potencialidades que existen para el desarrollo de espacios regionales de conocimiento en campos tecnológicos y/o sectores específicos (Nelson y Rosenberg, 1993; Carlsson, 1995). La literatura revisada y nuestras propias investigaciones muestran la importancia de considerar espacios acotados como las regiones y las localidades en la conformación de redes de conocimiento, que se sustentan en la cercanía física y geográfica de los actores, en el establecimiento de lazos de confianza entre ellos y en la transferencia de conocimiento tácito, tal como Hollingsworth y Boyer (1997) lo han sostenido. Las redes de colaboración a nivel regional y/o local se constituyen en la unidad de análisis, que en nuestra investigación se refiere a distintos niveles: en ocasiones incluyen el plano local, en otras al estatal y algunas veces regiones geográficas conformadas por varios estados o por varias localidades de varios estados.

El concepto de región que se utiliza, por tanto, no es una hipótesis a demostrar como lo asientan otros autores (Van Young, 1991: 101), sino que se definirá *ex post*, cuando hayamos reconstruido y analizado los procesos que dan lugar a la formación de redes y por tanto podamos dilucidar el alcance que tiene el concepto de región en cada proyecto o estudio de

caso, que desde ahora suponemos que será distinto. Es decir, la estructura y fronteras de las regiones (Pérez Herrero, 1991), tendrán definiciones específicas de acuerdo a los casos que estemos analizando, ya que cada uno tendrá una extensión territorial diversa y una articulación a espacios distintos.

La tendencia actual en el país a definir políticas públicas con un enfoque local o regional nos plantea la importancia de identificar y analizar espacios regionales de conocimiento en formación, sobre cuya base podrían constituirse sistemas de innovación locales y/o regionales. Mediante estudios de caso se considerarán diversos espacios que resultan relevantes para diferentes regiones por las capacidades que han acumulado y por los procesos de aprendizaje que han ocurrido entre diversos actores para la construcción de redes en apoyo al desarrollo tecnológico.

Para los fines de este trabajo el enfoque regional comprenderá los siguientes aspectos: *a)* el análisis de las estrategias y acciones orientadas a crear ambientes regionales para el flujo de conocimientos, promovidas por los sectores privado, académico y gubernamental, desde una perspectiva macrosocial; *b)* la caracterización de diversos espacios regionales de conocimientos a partir de estudios de caso seleccionados, en diversos campos tecnológicos; *c)* la evolución de esos espacios mediante el establecimiento de redes entre los actores industrial, académico y gubernamental; y, *d)* la comparación de las distintas formas como se construyen espacios de conocimiento en distintos contornos regionales y tecnológicos. Estos aspectos serán tratados a lo largo de este libro, partiéndose de un análisis de regiones basado en clasificaciones ya establecidas (CONACYT 1995), y complementándose con análisis de redes específicas que definen cada una su propio alcance local, regional o nacional.

El enfoque de redes sociales y de actores

La idea de procesos no lineales y de procesos interactivos, nos llevó a la revisión del concepto de redes y de los procesos complejos, que tienen lugar para su conformación.

Además de la idea de redes que plantean diversos de los trabajos inscritos en la teoría de la innovación a la que nos hemos referido, nuestro proyecto consideró la lectura y análisis

de una amplia literatura sobre este concepto, en general la producida en el ámbito de la sociología y en particular la generada en la sociología de la tecnología.

En el ámbito de la sociología estructural se establece que todas las estructuras sociales pueden ser conceptualizadas como redes, en donde los nodos representan a los actores y las áreas que conectan los nodos representan relaciones entre actores (Hedstrom y Swedberg, 1994). Es decir, es una forma de concebir la interacción social, concepto fundamental en el ámbito sociológico. Nuestro trabajo aplica el concepto de redes al análisis de las relaciones entre los diferentes actores que intervienen en el proceso de generación y aplicación de conocimientos.

Diversos trabajos inscritos en el análisis interpretativo de la innovación tecnológica (Díaz y Lee, 1992), especialmente los referidos a la construcción social de los sistemas tecnológicos (Bijker, Hughes y Pinch, 1987) y a la propuesta de la red de actores desarrollada por Callon (1998) y Latour (1998), han contribuido con herramientas analíticas fundamentales para entender el papel de los grupos en los procesos de generación y transferencia de conocimientos.

En el ámbito del primer enfoque el detectar los actores que se aglutinan en torno a significados compartidos acerca de los artefactos técnicos (grupos públicos de interés), nos permitirá encontrar las direcciones de los proyectos de investigación y desarrollo pero también, la influencia de los distintos grupos en la configuración de los límites institucionales alrededor de un espacio de conocimiento. En el caso de la propuesta de la red de actores siguiendo implícitamente los procesos de simplificación y yuxtaposición, tratamos de encontrar las redes significativas involucradas en los flujos de conocimiento interinstitucionales. Asimismo, el análisis de redes nos permite detectar las estrategias técnicas y organizacionales de los actores y diferenciar entre distintos tipos de redes (de innovación, de difusión, de producción o redes profesionales).

Estos conceptos son básicos para nuestra investigación y tienen una estrecha relación con el concepto de flujo de conocimientos al que nos hemos referido con anterioridad. Estas ideas son importantes para la definición del concepto de *redes de conocimiento* que implican tanto la formación de redes profesionales y de entrenamiento, como de redes de difusión y transmisión

de conocimiento o innovaciones, que estarían dando lugar a la formación de *espacios regionales de conocimiento*. Se trata de un estadio previo a la conformación de redes de innovación tal como las caracterizan DeBresson y Amese (1991).³

Mediante estudios de caso, los diferentes trabajos que conforman este libro, analizan los procesos mediante los cuales se construyen las redes de conocimiento en distintos campos tecnológicos, cuya estructura y dinámica se definen a través de diversas características. Así, distinguimos entre los actores que toman la iniciativa y los que mantienen el liderazgo en la formación de una red de conocimiento; analizamos la formación de actores colectivos y mixtos, que como se verá juegan un papel fundamental como traductores en la construcción de procesos interactivos; destacamos la relevancia de las redes que se construyen sobre interacciones informales,⁴ que implican un proceso de aprendizaje entre los actores y, por tanto, constituyen un elemento fundamental para el establecimiento de interacciones formales y de largo plazo; identificamos el objetivo que se persigue en su construcción (intercambio de información, prestación de servicios, uso de infraestructura, desarrollo de investigación o transferencia de tecnología); distinguimos el tipo de conocimiento en que se sustenta la construcción de las redes (convencional o de frontera; tácito o codificado; disciplinario o transdisciplinario); el tipo de relaciones que se sostienen entre los actores participantes de una red (laterales, bilaterales o recursivas); la duración de los procesos de aprendizaje que implica la construcción de una red; y, la localización geográfica de la misma.

Cabe observar que en los procesos de construcción de redes de conocimiento, se conjugan simultáneamente varias de estas características, que definen la estructura y dinámica de las redes. Sin embargo, para fines analíticos, cada uno de los capítulos los pondrá el énfasis en algunas de ellas.

3. Estos autores afirman que existen diferentes tipos de redes de innovación: redes entre proveedores y usuarios, redes entre iniciadores y seguidores en la misma industria, redes regionales interindustriales, alianzas estratégicas internacionales en nuevas tecnologías y redes profesionales interorganizacionales que promueven una tecnología. Las redes que analizamos en este trabajo no se refieren a ninguna de estas características, aunque podrían dar lugar a ellas.

4. Freeman (1991) destaca el importante papel que juegan las redes informales en los procesos de innovación, y advierte que son extremadamente difíciles de clasificar y medir, ya que tienen un papel análogo al del conocimiento tácito que se transfiere en las empresas.

Aunque nuestra investigación no se orienta de manera estricta por la metodología de redes de la sociología estructuralista, que enfatiza el aspecto de la centralidad, de los subgrupos de poder y de las relaciones organizacionales (Mizruchi, 1994), toma algunas de sus nociones básicas y las aplica al análisis del proceso de formación de redes de conocimiento en campos específicos y al papel que van jugando los distintos actores a través del tiempo en su formación. En cierta manera adoptamos el enfoque de redes para mostrar la dinámica de las interacciones sociales en la construcción y transferencia de los conocimientos.

Las relaciones recursivas y reticulares entre la academia-industria-gobierno (triple hélice)

La investigación se inscribe en un enfoque que ha despertado gran interés a nivel internacional en los últimos cinco años y que se refiere al Modelo de Triple Hélice desarrollado principalmente por Etzkowitz y Leydesdorff (1997). Mediante la metáfora de hélices aplicada al análisis de las relaciones entre la academia, la industria y el gobierno, se elabora un modelo que sostiene que para hacer posible el desarrollo tecnológico y por ende el económico, se requiere que estos tres actores interactúen de manera recursiva entre ellos formando espirales con circuitos de retroalimentación entre los tres agentes, que los lleve del desarrollo de la investigación básica, al desarrollo de productos y a la creación de nuevas líneas de investigación (Etzkowitz, 1994). La idea central del modelo es integrar los vínculos recíprocos entre los tres actores, en diferentes etapas para la capitalización del conocimiento.

Este enfoque desarrollado en el ámbito de los estudios sociológicos, y de alguna manera como alternativa al enfoque de los economistas evolucionistas de la teoría de la innovación, plantea dos posibilidades para su aplicación: como modelo normativo de las condiciones organizacionales que permiten la innovación, y como modelo de análisis que permita comprender las posibilidades de lograr el desarrollo económico basado en conocimiento. Es en esta segunda perspectiva que nos interesa el modelo, en particular para discutir si los procesos de formación de redes de conocimiento a nivel regional, que analizare-

mos a través de distintos estudios de caso, están dando paso a la formación de experiencias recursivas entre distintos actores; que puedan impactar el desarrollo económico de esas regiones; o, si dichas experiencias se encuentran en un estadio previo a las interacciones recursivas, tratando de identificar cuáles son los elementos que impiden el impacto de estas redes en el desarrollo económico y social.

Este modelo también ha sido importante para nuestra investigación, ya que pone la atención en las superposiciones institucionales entre gobierno, academia y empresa, y en la creación de una nueva capa de estructuras interinstitucionales en las que los líderes con habilidades de traductores juegan un papel muy importante (Etzkowitz y Leydesdorff, 1998). Este último aspecto que parece ser básico en la conformación de redes de conocimiento es analizado mediante los diferentes estudios de caso para evaluar su importancia y grado de desarrollo.

La ciencia, la tecnología y la innovación en las políticas sociales

Por último, nuestra investigación está inscrita en la preocupación por contribuir metodológica y conceptualmente, apoyándonos en la investigación empírica, a la formulación de políticas de ciencia y tecnología regionales relevantes a la política social. En el conjunto de los trabajos que integran este libro hay una preocupación por aportar elementos que puedan servir en el discernimiento de políticas públicas para el fomento de la innovación y el desarrollo económico y social, aprovechando las capacidades y los recursos con los que cuenta el país. ¿Cómo orientar las limitadas capacidades que tiene el país en recursos dedicados a ciencia, tecnología e innovación, para reducir las brechas con los países más industrializados y dar grandes saltos (*leap-frogging*) (Bhalla, 1996), que nos permitan atender objetivos sociales y económicos e insertarnos en los mercados globales?

Este enfoque, se inspira en las estrategias que aplican algunos países europeos, entre otros Holanda, que asignan una gran importancia al conocimiento como elemento para inducir al bienestar social, por lo que enfatizan su preocupación por in-

tensificar las interacciones entre la investigación y la sociedad. Esto es posible visualizarlo a través de estudios de previsión, mediante los cuales se integre la oferta con la demanda en sectores específicos, que por otra parte resulten estratégicos para el desarrollo de un país (FSC, 1996). Este planteamiento de «investigación para la sociedad», es posible si el sistema de investigación goza de un buen estado y organización, aspecto que no es característico de nuestro país. En ninguna forma sostenemos un determinismo científico y/o tecnológico, ya que por sí solos estos esfuerzos no conducirán al desarrollo social, para lo que se requiere de otras estrategias concertadas entre lo público y lo privado orientadas a ello.

Sin embargo, nuestro trabajo sustenta el argumento de que el análisis profundo de las capacidades de conocimiento y de las redes emergentes en distintas regiones del país, es necesario para sustentar cualquier ejercicio de política social apoyada en el conocimiento. La recombinación de capacidades existentes y el estímulo a la concertación entre actores interesados en promover interacciones para el desarrollo tecnológico en campos específicos, constituye un elemento sustantivo de las políticas de desarrollo regional.

A partir de los distintos enfoques que hemos descrito y comentado muy sucintamente, construimos nuestra investigación, que se sustenta en un enfoque institucional, con una perspectiva regional, a través de la cual se analiza la formación de redes entre actores, en donde hipotéticamente se está dando pie a la generación de procesos no lineales en la construcción del conocimiento y en el desarrollo tecnológico. La identificación de la formación de espacios regionales de conocimiento es un elemento clave para la formulación de políticas de ciencia y tecnología en una perspectiva social.

El objetivo principal de este trabajo es analizar la manera en que se construyen redes de conocimiento a nivel local, el grado en que ellas están contribuyendo a la formación de espacios regionales de conocimiento y evaluar su impacto en la creación de ambientes regionales orientados al desarrollo económico y social, a través del estudio de diversas experiencias de colaboración en distintas localidades del país.

Con este objetivo común, y con el propósito de explorar la manera en que distintos factores intervienen en la generación

de redes de conocimiento a nivel local, los estudios comprenden diversos campos tecnológicos, tipos de instituciones académicas, tipos de actores privados y diversas localidades del país.

El conjunto de los trabajos que se incluyen en el libro tienen puntos de partida distintos, así como diferentes énfasis analíticos. Algunos analizan la formación de las redes desde la perspectiva de las universidades o de los centros de investigación públicos, mientras que otros ponen el énfasis en el papel de las empresas y de las asociaciones empresariales en estos procesos. Todos ellos discuten: los patrones de vinculación de las instituciones objeto de estudio de cada capítulo; abordan el análisis de la estructura de las interacciones y los procesos que dan lugar a la conformación de redes de conocimiento, en función de los actores que participan y su dimensión regional; analizan los tipos de conocimiento sobre los que se basan las relaciones de intercambio y sus flujos; así como los procesos evolutivos de las relaciones de colaboración.

La metodología de estudio estuvo sustentada en el análisis de documentos, así como de entrevistas realizadas *in situ* con los actores participantes en los proyectos seleccionados, de quienes se obtuvo información para determinar: el tipo de red construida, la importancia del flujo de conocimiento, el proceso de aprendizaje entre los actores, la relevancia regional del conocimiento transferido y las potencialidades o impactos del ambiente de conocimiento generado para la innovación. En la medida de lo posible se trató de realizar entrevistas con los distintos actores que participan en la conformación de una red, proceso que fue de gran utilidad para cruzar la información y determinar la validez de la misma.

El libro está estructurado en tres partes. En la primera se incluye un capítulo que analiza las tendencias generales en la formación de redes de conocimiento a nivel regional en el país desde una perspectiva macro. A partir de un conjunto de fuentes de información que reportan procesos de interacción entre universidades, centros de investigación, empresas, sectores económicos y gobiernos, se destaca el papel de las universidades y centros de investigación en la promoción de espacios regionales de conocimiento y se incluye un análisis de las tendencias generales de las interacciones en distintas regiones del país, identificándose distintas modalidades generales en la construcción de

interacciones, para concluir con una taxonomía de las interacciones en algunas regiones del país.

A partir de este análisis general se pasa a la segunda parte del libro que aplica un nivel meso y se centra en un enfoque institucional. Se incluyen dos trabajos que analizan la conformación de redes de conocimiento desde la perspectiva de dos tipos de instituciones involucradas. Uno enfatiza el análisis de las universidades estatales y el otro el de las asociaciones empresariales locales. La preocupación es observar en qué medida estas instituciones pueden facilitar la generación de redes de conocimiento a nivel local.

El segundo capítulo profundiza en las universidades públicas estatales. Se analiza de manera general el peso de este tipo de instituciones en las actividades de investigación y desarrollo y sus características con relación a otros tipos de instituciones de educación superior como los centros SEP-CONACYT, a los cuales se abordará en la tercera parte del trabajo desde la perspectiva del análisis de campos tecnológicos específicos. Después de identificar un conjunto relevante de cambios en las universidades durante la década de los noventa, los principales objetivos son dar cuenta de la variedad de estrategias de colaboración que presentan las universidades, así como evaluar el impacto de diferentes factores en la definición de estas estrategias. Entre los factores que se analizan son de mencionarse las condiciones del entorno y los recursos de las instituciones, que se desagregan en diversos indicadores. Para elaborar este análisis se seleccionaron cuatro universidades que son: la Universidad Autónoma de Nuevo León, La Universidad de Guadalajara, la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y la Universidad Autónoma de Morelos. Se considera que estas cuatro universidades tienen diferencias significativas entre sí, lo que permite valorar distintos factores de influencia en sus relaciones con las empresas.

El tercer capítulo, dedicado a las asociaciones empresariales, que han resultado ser activas participantes en procesos de colaboración a nivel local, evalúa el involucramiento de estas organizaciones en diversas regiones del país y su capacidad para producir espacios de concertación y enlace entre las universidades y los centros de investigación, por una parte, y el sector productivo por la otra. A partir de diversas fuentes de información se analiza la estructura de las interacciones entre las asociaciones em-

presariales y las universidades y centros de investigación, que resulta en una tipología de las asociaciones empresariales. Posteriormente, a través de un enfoque micro, se analiza la dinámica de las interacciones con base en un conjunto de estudios de caso que se caracterizan por la intervención de diferentes tipos de asociaciones: especializadas locales, especializadas regionales y regionales sectoriales, destacando los casos del cuero y el calzado y la galvanización, en los que se involucran centros de investigación públicos y universidades estatales.

La tercera parte del libro se basa en un análisis institucional combinado con un nivel micro de la conformación de redes de conocimiento. Se compone de tres capítulos que tienen como eje de análisis un campo tecnológico específico: biotecnología, telecomunicaciones y ciencias de los materiales respectivamente.

El cuarto capítulo está dedicado al campo de la biotecnología, que se concentra en el análisis de cuatro redes regionales que incluyen las zonas de Guanajuato, Jalisco y el noroeste del país, las cuales se encuentran vinculadas, con el sector agrícola (en particular la fresa, la papa y el agave) y la acuicultura. El estudio considera la construcción de las redes en dos centros de investigación públicos y en una asociación de productores: el Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Irapuato (CINVESTAV-I), que es una institución descentralizada del CINVESTAV, el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) que es un centro SEP-CONACYT y el Consejo Regulador del Tequila (CRT) que vigila la aplicación de la norma de denominación de origen de este bebida. En este estudio se discute si la conformación de redes en este campo está dando lugar a un proceso no lineal (Modo 2) en la producción del conocimiento. Por lo anterior se pone el énfasis en el tipo de conocimiento involucrado en los procesos de intercambio: tradicional, de frontera y multidisciplinario. Se destaca al mismo tiempo, el carácter de los actores que toman la iniciativa y el liderazgo en la construcción de las redes de conocimiento. En este campo tecnológico un elemento que caracteriza a los proyectos de construcción de redes es su fuerte base local y regional ligada a los recursos naturales y a las capacidades acumuladas en las localidades.

El quinto capítulo dedicado al campo de las telecomunicaciones, se basa en el análisis de construcción de redes en los estados de Querétaro, Guanajuato y Guadalajara. En los tres

estados se analiza la importancia de la integración de redes para la constitución de espacios de conocimiento. El seguimiento de las redes se hace a partir de las instituciones actores que participan en ellas, ubicando el nodo principal en algunos casos en los centros de I-D públicos y en otros en los centros que se encuentran ubicados dentro de las empresas. En los casos de Querétaro y Guadalajara se discute que aunque coexisten en la misma región centros públicos como el Centro de Investigación y Asistencia Técnica de Querétaro (CIATEQ) y el Centro de Investigación y Estudios Avanzados de Guadalajara (CINVESTAV-G) y privados como el Centro Nacional de Supervisión (Telmex) y el Centro de I-D de Lucent Technologies, no se han establecido relaciones fluidas entre ellos. Los proyectos analizados para estos cuatro casos involucran la interacción con otros centros de I-D que se encuentran fuera de la región. En el caso de Guanajuato, analizado fundamentalmente desde dos centros de investigación públicos, el Centro de Investigaciones en Optica (CIO) y Centro de Investigaciones en Matemáticas (CIMAT), se demuestra que algunos investigadores han comenzado a aprovechar sus conocimientos, que no son necesariamente del área de telecomunicaciones, para insertarse en algunos proyectos relacionados con esta área. Así pues, en el análisis de todas estas redes da cuenta de que la dimensión regional no es determinante en su proceso de formación y desarrollo.

El sexto capítulo dedicado al campo de los materiales, cuyo desarrollo se caracteriza por pequeñas aplicaciones y avances, más que por grandes transformaciones, comprende tres centros de investigación de carácter público que corresponden a distintos sistemas institucionales: dos ubicados en Querétaro, el Centro de Investigación y Asistencia Técnica del Estado de Querétaro (CIATEQ), que es un Centro SEP-CONACYT y el Centro de Investigación y Estudios Avanzados de Querétaro (CINVESTAV-Q); y el Centro de Investigación en Materiales (CIMAV), ubicado en Chihuahua. El primero se encuentra relacionado con las industrias metalmeccánica y azucarera; el segundo con la producción de materiales compuestos, y el tercero con la producción de materiales para la industria de pisos, particularmente para la empresa Intercleramic. Se trata de redes que, particularmente en el caso de materiales avanzados, responden a relaciones locales, que involucran sectores productivos específicos.

Finalmente en las conclusiones generales se recogen las observaciones más importantes en torno a la estructura y la dinámica que adquiere la formación de redes a nivel regional, se discuten las características de los espacios de conocimiento encontrados y se elaboran algunas recomendaciones para su construcción.

Para esta investigación, contamos con el apoyo permanente del Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM institución de la cual todos los autores formamos parte, así como del financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la vía de su Programa de Apoyos a la Ciencia con el proyecto 4321P-S, durante el período 1997-1999, del cual fui responsable.

Diversas personas apoyaron directa o indirectamente este trabajo en sus distintas etapas. Queremos agradecer la disposición de los actores entrevistados en distintas instituciones y regiones del país, sin cuya información y opiniones no hubiese sido posible reconstruir y analizar los procesos que han dado lugar a la conformación de redes de conocimiento. Nuestra participación en redes académicas internacionales, particularmente alrededor del Modelo de Triple Hélice, y la oportunidad que tuvimos de presentar los avances de la investigación en las reuniones organizadas por esa red, fue un estímulo permanente para nuestro trabajo. Queremos dejar sentado nuestro reconocimiento a Henry Etzkowitz de la Universidad Estatal de Nueva York y a Loet Leydesdorff de la Universidad de Amsterdam, quienes fueron lectores y elaboraron críticas muy estimulantes a trabajos previos publicados como parte de esta investigación y que sin duda redundaron en esta versión final. También queremos agradecer la cuidadosa lectura y los valiosos comentarios de Gabriela Dutrenit de la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco y de José Antonio Esteba Maraboto de la Universidad Iberoamericana, que fueron muy relevantes para la elaboración de la versión final del trabajo. Finalmente queremos destacar que en el marco de esta investigación realizaron sus trabajos de tesis de maestría dos becarios: Diana Montiel y Jorge Arenas, entonces estudiantes de la Maestría en Sociología Política del Instituto José M.^a Luis Mora.

Referencias

- BHALLA, A.S. (1996): *Facing the technological challenge*, St. Martin's Press, Nueva York.
- BIGGIERO, Lucio (1998): «Italian industrial districts as specific niches of knowledge-intensive economic development», *Industry & Higher Education* (agosto), pp. 227-234.
- BIJKER, W.E., T.P. HUGHES y T. PINCH (Eds.) (1987): *The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technology*, Cambridge, MIT Press.
- CALLON, Michel (1998): «El proceso de construcción de la sociedad. El estudio de la tecnología como herramienta del análisis sociológico», en Francisco J. Tirado (comp.), *Sociología simétrica*, Gedisa.
- CARLSSON, B. (1995): *Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation*, Dordrecht, Kluwer.
- CASAS, R. y M. LUNA (Coords.) (1997): *Gobierno, academia y empresas en México: Hacia una nueva configuración de relaciones*, IIS-UNAM / Plaza y Valdés, 2.ª ed. 1999.
- , Rebeca de GORTARI y M.ª Josefa SANTOS (2000): «The building of knowledge spaces in Mexico. A regional approach to networking», *Research Policy*, n.º 29, pp. 225-241.
- CUMOLI, Mario y Giovanni DOSI (1994): *Technological Paradigms, Patterns of Learning and Development. An introductory roadmap*, Working Paper-94-83, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Austria.
- CONACYT (1995): *Informe de actividades de los Sistemas de Investigación Regionales*, Dirección Adjunta de Desarrollo Regional, CONACYT, México.
- DAVIES, Charles y Jeremy HOWELLS (1992): *Technology Transfer in Europe. Public and Private Networks*, Belhaven Press, Londres / Nueva York.
- DEBRESSON, Chris y Fernand AMESE (1991): «Networks of innovators: A review and introduction to the issue», *Research Policy*, n.º 20, pp. 262-279.
- DÍAZ, C. Rodrigo y Marta LEE V. (1992): «La innovación tecnológica: dos aproximaciones teóricas en competencia», en M.A. Campos y Roberto Varela (eds.), *Prospección social y revolución científico-tecnológica*, UNAM-UAM, México.
- EDQUIST, Ch. y B. LUNDVALL (1993): «Comparing the Danish and Swedish systems of innovation», en R. Nelson (ed.), *National Innovation Systems. A comparative Analysis*, Oxford University Press, Nueva York / Oxford, 265-298.
- EDQUIST, Charles (1997): «Systems of Innovation Approaches. Their Emergence and Characteristics», en John Edquist (ed.), *Systems of*

- Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*, Pinter Publishers, Londres y Washington, pp. 1-35.
- ERTZKOWITZ, Henry (1994): «Academic-industry relations: a sociological paradigm for economic development», en Loet Leydesdorff y Peter Van den Besselaar, *Evolutionary Economics and Chaos Theory. New Directions in Technology Studies*, Pinter, Londres, pp. 139-151.
- y Brian Uzzi (1996): «Knowledge Based Economic and Social Development: The Triple Helix of Regional Cooperation among Universities, Industry and Governments», State University of New York (trabajo inédito).
- y Loet LEYDESORFF (1997): *University and the Global Knowledge Economy*, Pinter, U.K.
- (1998): «The Triple Helix as a Model of Innovation Studies», *Science and Public Policy*, vol. 25, n.º 3 (junio), pp. 195-203.
- FREEMAN, Christopher (1987): *Technology Policy and Economic Performance: Lessons From Japan*, Pinter, Londres.
- (1991): «Networks of innovators: A synthesis of research issues», *Research Policy*, n.º 20, pp. 459-514.
- y Carlota PÉREZ (1988): «Structural Crisis of Adjustment: Business Cycles and Investment behavior», en G. Dosi et al. (eds.), *Technical Change and Economic Theory*, Pinter, Londres.
- FSC (1997): *A Vital Knowledge System. Dutch Research with a View to the Future*, Foresight Steering Committee, Junio, Amsterdam.
- GIBBONS, M., C. LIMOGES, H. NOWOTNY, S. SCHWARTZMAN, P. SCOTT y M. TROW (1994): *The New Production of Knowledge. The dynamics of science and research in contemporary societies*, Sage Publications, Londres, Thousand Oaks, Nueva Delhi.
- GOODMAN, Edward (1991): «Introduction: The political economy of small firms in Italy», en Edward Goodman, Julia Bamford y Peter Saynor, *Small firms and industrial districts in Italy*, Routledge, Londres / Nueva York, pp. 1-30.
- HEDSTROM, Peter y Richard SWEDBERG (1994): «Introduction to the Special Issue on Social Network Analysis», *Acta Sociológica*, n.º 37, Scandianavian Sociological Association, pp. 327-328.
- HOLLINGSWORTH, J. Rogers y Robert BOYER (1997): «Coordination of Economic Actors and Social Systems of Production», en J.R. Hollingsworth y R. Boyer (eds.), *Contemporary Capitalism. The Embeddedness of Institutions*, Cambridge University Press, Cambridge.
- JOHNSON, Björn y Bengt-Ake LUNDVALL (1994): «Sistemas nacionales de innovación y aprendizaje institucional», *Comercio Exterior* (México), vol. 44, n.º 8, pp. 695-704.
- LATOUR, Bruno (1998): «After ANT: complexity, naming and topology», en John Law y John Hassard (eds.), *Actor Network Theory*, Blackwell Publishers, EUA.

- MANSFIELD, Edwin (1991): «Academic Research and Industrial Innovation», *Research Policy*, n.º 20, pp. 1-12.
- MIZRUCHI, Mark S. (1994): «Social network analysis: Recent achievements and current controversies», Special Issue on Social Network Analysis, *Acta Sociológica*, n.º 37, 327-328.
- NELSON, Richard (1993): «Institutions supporting technical change in the United States», en R. Nelson (ed.), *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*, Oxford University Press, Nueva York / Oxford.
- y NATHAN ROSENBERG (1993): «Technical Innovation and national Systems», en R. Nelson (ed.), *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*, Oxford University Press, Nueva York / Oxford.
- OCDE (1996): «The Knowledge based economy», *Science, Technology and Industry Outlook*, Organisation for Economic Cooperation and Development, París.
- (1997): *National Innovation Systems*, Science, Technology and Industry, Organisation for Economic Cooperation and Development, París.
- PÉREZ HERRERO, Pedro (1991) (comp.): «Introducción», en *Región e historia en México (1700-1850). Métodos de análisis regional*, Instituto José M.^a Luis Mora / Universidad Autónoma Metropolitana, México, pp. 7-19.
- PINCH, F. TREVOR y WIEBE E. BIKER (1987): «The social construction of facts and artifacts: or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other», en Hughes Bijker y Trevor Pinch (eds.), *The Social Construction of Technological Systems*, MIT Press, Londres.
- RLET (1996): *Revista Latinoamericana de Estudios del Trabajo: Redes y Regiones, una nueva configuración* (número especial), año 2, n.º 1.
- ROSENBERG, Nathan (1991): «Critical Issues in Science Policy Research», *Science and Public Policy*, n.º 18, pp. 12-18.
- y RICHARD R. NELSON (1994): «American Universities and Technical Advance in Industry», *Research Policy*, n.º 23, pp. 323-348.
- SCHUETZE, Hans G. (1996): «Innovation systems, regional development and the role of universities in industrial innovation», *Industry and Higher Education* (abril), pp. 71-78.
- VAN YOUNG, Eric (1991): «Haciendo historia regional: consideraciones metodológicas y teóricas», en Pedro Pérez Herrero (comp.), *Región e historia en México (1700-1850). Métodos de análisis regional*, Instituto José M.^a Luis Mora / UNAM, México, pp. 99-122.
- VITHLANI, Hema (1996): *An Empirical Study of The UK Innovation System*, Department of Trade and Industry, Londres.