



## *XII Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica - ALTEC 2007*

### Aprendizaje organizacional y capacidades tecnológicas para la integración de redes de innovación en sectores industriales estratégicos

Díaz Pérez, Claudia del Carmen  
Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas, Univ. de Guadalajara –  
México  
[cperez@cucea.udg.mx](mailto:cperez@cucea.udg.mx)

Arechavala Vargas, Ricardo  
Universidad de Guadalajara, México  
[rarechav@cucea.udg.mx](mailto:rarechav@cucea.udg.mx)

#### **Resumen**

El presente estudio pretende comprender las condiciones que propician el surgimiento y desarrollo de los agrupamientos de innovación, a partir de condiciones económicas concretas y de la interacción de las organizaciones que inician sus procesos de agrupamiento y aprendizaje colectivo. De particular interés es el análisis de las condiciones que propician la gestación de una red de conocimiento, y su transformación en red de innovación, a fin de definir recomendaciones de política que permitan consolidar las incipientes redes que se identifican en México.

Los casos seleccionados para este estudio son los de México y Canadá. El primero porque recién inicia algunos procesos de desarrollo de agrupamientos de innovación, mientras que el segundo se encuentra en etapas más avanzadas, pero todavía no al nivel de los casos más consolidados que se reportan en la literatura. Se hace una comparación de las redes de celdas de combustible y las redes en biotecnología de la salud en la zona de Vancouver en Canadá, la red de innovación en agro biotecnología en la ciudad canadiense de Saskatoon, y las redes de metalmecánica y software en la región centro occidente de México.

La metodología incluye estudios de caso y entrevistas abiertas semiestructuradas aplicadas a directivos y miembros de las diferentes organizaciones involucradas en las redes. En la red de software se realizaron también encuestas para identificar derramas tecnológicas, procesos de aprendizaje y el nivel de desarrollo en el que se encuentra.

Entre los principales resultados se encuentra el hecho de que la innovación es todavía una actividad poco desarrollada en los agrupamientos mexicanos, mientras que en Canadá es parte de la cultura empresarial colectiva. El capital social resulta incipiente en el caso mexicano, pero en proceso de desarrollo. En las redes canadienses, es parte inherente de la cultura empresarial y comunitaria.

## **Las redes de innovación**

En este apartado se presentan los principales aspectos que permiten el análisis de las redes mexicanas y canadienses: 1. Los componentes y dinámica de las redes. 2. Las características particulares de las redes en las economías en desarrollo, y 3. Los procesos de aprendizaje organizacional involucrados en la conformación de redes de innovación.

### **Componentes y Dinámica de las Redes de Innovación.**

Los procesos que caracterizan la dinámica de la innovación en la sociedad del conocimiento han sido de intenso interés entre investigadores de distintas disciplinas en todo el mundo. Desde la perspectiva económica, la sociológica, la administración y el análisis de las políticas públicas, por ejemplo, muchos investigadores buscan comprender los procesos para tener una base que permita impulsar el desarrollo de las redes de innovación en distintos contextos.

Distintos grupos de autores emplean diferentes términos para designar el fenómeno, según la perspectiva teórica y el tipo de evidencia que manejan. Algunos de ellos (Garnsey 1998) emplean el término “distritos industriales”. Otros (Uotila et al. 2006) emplean el de “sistemas regionales de innovación”, por ejemplo, y aún otros emplean el de agrupamientos o “clusters” de innovación (Kenney y von Urs 1999).

Sin embargo, con diferentes matices y bases conceptuales, todos ellos se refieren a fenómenos similares: el surgimiento de redes de colaboración entre empresas y organizaciones que generan oportunidades económicas a partir del conocimiento y las llevan, a lo largo de varias etapas, y por medio de diferentes tipos de alianzas y colaboraciones, a lograr un beneficio económico en el mercado.

Por otro lado, un común denominador en estos estudios es que las redes o sistemas de innovación pertenecen a economías industrializadas, y el estudio de tales agrupamientos ocurre cuando su desarrollo es evidente, y el análisis de su evolución es retrospectivo.

Para las economías en desarrollo este tema es todavía más complejo, pues las condiciones y procesos que dan lugar a las redes de innovación son aún incipientes. Lo que se puede observar, por lo general, es que las relaciones entre empresas, centros de investigación, organismos gubernamentales, etc. no ocurren en el nivel que sucede en los casos reportados en la literatura sobre estos procesos, en economías más desarrolladas.

La literatura especializada ha documentado ampliamente la estructura y dinámica de sistemas regionales de innovación ya maduros, hay pocos trabajos dedicados a analizar los procesos y condiciones de su gestación y consolidación.

Algunos autores (Longhi 1998) argumentan que debe existir un conjunto de condiciones previas para que pueda desarrollarse un sistema regional de innovación. Estas condiciones previas incluyen: a) un conjunto coherente de relaciones territoriales entre los actores económicos, b) una cultura específica, y c) un sistema de valores compartido, con la implicación de que hay un consenso fuerte e integrador entre ellos.

Según otros autores, no es necesario que estas condiciones previas se den simultáneamente, ni es tampoco necesario que se desarrollen en una secuencia específica. Más aún, una buena parte de los trabajos en este campo hace referencia a los impactos y condicionamientos que tienen hechos previos en la trayectoria de desarrollo de un determinado sistema. Estos condicionamientos son conocidos como “*path dependency*”, y regulan las posibles trayectorias que el desarrollo de alguna red de innovación puede adoptar.

A juzgar por exposiciones presentadas en la literatura especializada, hay muchas rutas diferentes por las que se puede desarrollar un SRI. Por razones de espacio, en este trabajo sólo mostramos algunos de los enfoques, seleccionados por su utilidad para el análisis comparativo de las redes estudiadas.

Diversos autores han señalado factores y dinámicas importantes en el desarrollo de las redes de innovación, aún cuando se empleen distintos términos y enfoques para estudiarlas. Garnsey (Garnsey 1998), por ejemplo, sostiene un enfoque bajo el cual ciertos factores clave son críticos para el surgimiento y crecimiento de un distrito industrial de alta tecnología. Entre ellos están:

- Una universidad de investigación como parte de un complejo de organizaciones dedicadas a la investigación
- Un parque tecnológico o industrial de prestigio
- Un ambiente agradable, que atraiga y retenga personal de alto calibre
- Disponibilidad de capital de riesgo
- Apoyo público hacia la innovación tecnológica
- Un mercado laboral que provea habilidades relevantes.

Aún así, subsiste el problema de explicar “Cómo y por qué en algunos lugares se desarrollan y expanden complejos industriales innovadores, mientras que otros se mueven por trayectorias que parecen no tener vida” (Garnsey 1998: 361).

Los componentes de una red o sistema regional de innovación relativamente maduro deben interactuar de manera coherente. Autio (Autio 1998) plantea esto claramente, distinguiendo en ellos dos subsistemas: el de generación y difusión de conocimiento, y el de aplicación y explotación del mismo. En el primero de ellos, las instituciones educativas y un conjunto de organizaciones especializadas en labores de intermediación favorecen el surgimiento de capital humano altamente calificado, por ejemplo, mientras que otras se ocupan de favorecer la difusión del conocimiento generado en universidades y centros de investigación. En el subsistema de aplicación y explotación del conocimiento, distintos tipos de alianzas entre clientes, proveedores y competidores asegura una mayor eficiencia colectiva en la red.

De manera similar, Kenney y Von Burg (Kenney y Von Burg 1999) distinguen dos conjuntos de organizaciones o “economías” en un agrupamiento de innovación. El primer conjunto está constituido por las empresas, los centros privados o públicos de innovación y las universidades. La segunda “economía” es el conjunto de organizaciones cuya misión es facilitar el surgimiento de nuevas firmas.

Dentro de cada una de estas concepciones, algunos trabajos dedican su atención al análisis del papel de factores o actores específicos (Grebel et al. 2003, por ejemplo). Sin embargo, uno de los supuestos básicos de los estudios de las redes o agrupamientos de innovación es que surgen y se desarrollan cuando emergen efectos sistémicos del comportamiento agregado y coherente de distintos actores (Arechavala y Díaz 2004). No basta con encontrar los recursos, actores y componentes de los sistemas regionales de innovación. La integración de esos componentes para desarrollar capacidades específicas es tan importante a nivel de la red (la región) como lo es a nivel de la empresa (Niosi y Bas 2001). Los procesos de aprendizaje, las actitudes hacia el riesgo, los modelos de apropiación y monetización de la propiedad intelectual (Pisano 2006) representan variables ocultas, que determinan fuertemente las capacidades de una red regional de innovación para competir con otras.

### **Redes de Innovación en Economías Emergentes.**

Bajo la perspectiva de identificar factores y actores críticos para el desarrollo de las redes de innovación, el análisis de lo que sucede en economías emergentes parecería reducirse a verificar la presencia o ausencia de esos factores, para decidir si se trata de casos de redes o sistemas regionales de innovación o no, y si tienen un futuro promisorio. En su defecto, las decisiones para impulsar su desarrollo se reducirían a lograr la presencia de aquellos actores centrales, y la interacción adecuada entre ellos.

Sin embargo, otros enfoques enfatizan que no se trata solo de un conjunto de factores o de condiciones propicias lo que da lugar a un SRI, sino más bien la secuencia de interacciones acumulativas entre ellos, con circuitos y efectos de retroalimentación, en los que operan procesos acumulativos, y cada secuencia de avances es modelada en parte por eventos previos.

Aún cuando la especificación detallada y la identificación empírica rigurosa de las condiciones que caracterizan entornos exitosos de alta tecnología no serían fácilmente generalizables, el examen comparativo de varios sistemas puede ayudar a comprender los procesos comunes que, de cualquier manera, generan trayectorias distintivas.

El presente estudio pretende comprender las condiciones que propician el surgimiento y desarrollo de los agrupamientos de innovación, a partir de condiciones económicas concretas y de la interacción de las organizaciones que inician sus procesos de agrupamiento y aprendizaje colectivo. De particular interés es el análisis de las condiciones asociadas a la gestación de una red de conocimiento, y su transformación en red de innovación, a fin de definir recomendaciones de política que permitan consolidar las incipientes redes que se identifican en México.

Este trabajo presenta resultados parciales en una línea de investigación dedicada a comprender la estructura y dinámica en la formación de redes de conocimiento e innovación. A lo largo de varios años y en varios proyectos, se han estudiado distintos agrupamientos en México y en otros países, con el objetivo de comprender el perfil y las

dinámicas organizacionales de los centros de investigación, de las empresas y de los organismos de fomento que los integran, así como los patrones de la interacción entre ellos.

Los casos seleccionados para este estudio son los de México y Canadá. El primero porque recién inicia algunos procesos de desarrollo de agrupamientos de innovación, mientras que el segundo se encuentra en etapas más avanzadas, pero todavía no al nivel de los casos más consolidados que se reportan en la literatura. Se hace una comparación de las redes de celdas de combustible y las redes en biotecnología de la salud en la zona de Vancouver en Canadá, la red de innovación en agro biotecnología en la ciudad canadiense de Saskatoon, y las redes de metalmecánica y software en la región centro occidente de México.

### **Aprendizaje Organizacional en el Contexto de las Redes de Innovación.**

Como puede observarse, la mayoría de los análisis de las redes o sistemas regionales de innovación atienden a las características y dinámicas que se dan a nivel sistémico. En pocos casos se considera con detenimiento las condiciones iniciales de esos sistemas, y los procesos de aprendizaje que empresas y organizaciones de soporte van construyendo para hacer posible su desarrollo y consolidación.

Uno de los factores poco visibles de estas redes es la cultura que aglutina y da sentido y coherencia a la actividad colectiva. Esta cultura está constituida por el conjunto de supuestos, significados y lenguaje compartidos, que hacen posible la comunicación entre los distintos actores del sistema. Cada uno de ellos, buscando sus propios fines, determina sus acciones y estrategias en consonancia con las de aquellos con los que interactúa. A su vez, las acciones de cada uno de los actores altera el panorama de opciones y oportunidades que los demás perciben (Grebel et al. 2003, Longhi 1999, Keeble y Lawson 1998, Capello 1999, Lambooy 2003). Del conjunto de interacciones emergen capacidades tecnológicas y de innovación colectivas, que incrementan la competitividad de cada uno de los actores y la del conjunto. En la medida en la que el conjunto de organizaciones aprende colectivamente a manejar los problemas de administración de riesgo, de integración y de aprendizaje de las tecnologías que dan origen a la red, ésta se vuelve competitiva (Pisano 2006, Niosi y Bas 2001).

De esta manera, para comprender los procesos de desarrollo de redes de innovación es indispensable el conocimiento de cómo se desarrolla entre los actores esta cultura compartida; cómo aprenden los patrones apropiados de interacción que dan lugar a colaboraciones y alianzas que incrementan la competitividad del conjunto, por ejemplo. Los procesos de aprendizaje organizacional e interorganizacional representan un elemento indispensable para la maduración de redes de innovación.

Los centros de investigación, por ejemplo, requieren de un aprendizaje conjunto con las empresas acerca de la definición de los problemas relevantes tecnológicamente y las posibilidades de mercado que tienen (Rama y Ramakrishna 2005, Gupta, Bhojwani, Koshal y Koshal 2000; Gonard 1999). Ambos deben aprender también cómo transferir la tecnología respectiva, y cómo negociar los derechos de propiedad intelectual que de ella se derivan. Las organizaciones de soporte (en cuanto a administración de recurso humano de alto nivel, por ejemplo) deben aprender de las necesidades y dinámica peculiar de las empresas de base tecnológica, y las instituciones gubernamentales deben aprender conjuntamente con las empresas y centros de investigación cuáles son las condiciones

económicas que está en su mano adecuar para favorecer el desarrollo de industrias de base tecnológica.

## **Método**

El trabajo de campo ha consistido en estudios organizacionales de caso, y entrevistas abiertas semiestructuradas a directivos, investigadores, empresarios o actores relevantes de las organizaciones involucradas en las distintas redes. La identificación de los actores relevantes en cada caso se dio a partir de entrevistas iniciales con directivos de centros de investigación, organismos empresariales o agencias gubernamentales. A partir de ello, parte de las entrevistas fue dedicada a identificar otros actores con los que cada una de las organizaciones interactuaba con propósitos de innovación o de impulso a las condiciones que la favorecieran. En cada red se pudo construir un mapa esquemático de las organizaciones que participan activamente, y de los patrones y estructuras de interacción entre ellas.

En el caso de la red de software en la Zona Metropolitana de Guadalajara, México, se realizaron, además, encuestas a prácticamente el total de las empresas de la localidad, para identificar derramas tecnológicas, procesos de aprendizaje y el nivel de desarrollo en el que se encuentran. En los demás casos únicamente se logró obtener entrevistas con empresas que interactuaban directamente en alianzas, con gremios empresariales, con centros de investigación y desarrollo o con instituciones gubernamentales. En esos casos no se hizo un esfuerzo por buscar la representatividad estadística, pero sí en cuanto a los perfiles típicos de capacidades tecnológicas y de patrones de colaboración y alianza con otros actores.

El análisis de las entrevistas se ha realizado principalmente mediante el software de análisis cualitativo (análisis de contenido) NUD\*IST, que permite identificar categorías y conceptos relevantes, para relacionarlos posteriormente. El análisis de discurso se ha hecho fundamentalmente para las entrevistas conducidas en castellano, por la razón obvia de que las diferencias de idioma y cultura impiden hacer comparaciones significativas entre un país y otro. Sin embargo, para los análisis presentados aquí se ha procurado identificar los procesos equivalentes en los contextos internacionales.

La evidencia encontrada permite generar comparaciones y construir modelos causales de manera inductiva. El software permite analizar en pocos minutos una gran cantidad de entrevistas, empleando las estructuras conceptuales construidas por el investigador. La información recabada hasta el momento está integrada por más de 250 entrevistas, alrededor 40 encuestas sociométricas, 53 encuestas extensas, además de documentos, y estudios de los sectores industriales en los que se ubican las redes.

A continuación, se presenta una descripción breve de cada una de las redes y de la dinámica que tiene, a partir de las percepciones que los actores entrevistados tienen sobre la forma y los móviles de su interacción. Posteriormente se resumen las principales características de las redes, por medio de tablas comparativas, basadas en las distintas conceptualizaciones planteadas por los autores referidos en las secciones previas.

## **Análisis de resultados**

### **Perfil de las redes de innovación**

En la constitución de cada una de las redes intervienen distintos componentes, actores, procesos y contextos institucionales, que es imposible agotar en un estudio de este tipo. Sin embargo, a continuación se presenta un somero perfil de cada uno de los sistemas estudiados, para luego esquematizar las semejanzas y diferencias entre ellos, de acuerdo a los distintos marcos conceptuales que se han empleado para estudiar sistemas semejantes en otros contextos.

#### *La Red de Innovación en la Industria Metalmeccánica de Querétaro, México.*

En 2002, el centro público de IDT especializado en diseño metalmeccánico llevaba ya varios años intentando transformar y desarrollar capacidades tecnológicas relevantes para la industria local y nacional. Ese proceso había llevado a la organización a transformar varias veces su estructura, y a perseverar en el desarrollo de una cultura empresarial y de servicio dentro de la organización.

Como parte de este esfuerzo, el centro creó varias redes entre empresarios locales, dedicadas a asimilar y difundir varias tecnologías metalmeccánicas. Estas redes fueron efímeras, principalmente debido a la movilidad o fallecimiento de las personas que las promovían.

Bajo contrato con una empresa transnacional, desarrolló una cantidad apreciable de personal altamente capacitado en diseño e ingeniería metalmeccánica. Fruto de ese esfuerzo, se creó una empresa de ingeniería, primero bajo la tutela del centro, que luego pasó a ser propiedad de la transnacional. Gradualmente, el personal de esta empresa desarrolló capacidades de más alto nivel, y se inició una derrama hacia las instituciones educativas de la región, en tanto el personal técnico buscó interactuar con ellas.

La interacción del centro con varias empresas metalmeccánicas establecidas previamente en la región se encontraba, al momento del estudio, aún en una etapa de conformación. Las empresas, principalmente grandes y de alcance internacional, ponían apenas a prueba las capacidades del centro, y las consideraban insuficientes para atender sus requerimientos de desarrollo tecnológico. El centro no parecía haber desarrollado la capacidad de responder a los requerimientos del mercado que enfrentan las empresas cliente y a la celeridad en el desarrollo de los proyectos les requiere.

#### *La Red de Software en Guadalajara, Jalisco, México.*

El sector de software en Jalisco tiene su origen a partir de empresas desprendidas (“*spin-offs*”) de empresas electrónicas establecidas en el estado en la segunda mitad de los ochentas. Inicialmente surgieron como proveedoras de esas empresas, pero luego se orientaron también hacia otros mercados. Un segmento de estas empresas surgió directamente orientado a mercados internacionales, y así se ha mantenido. Otro grupo de empresas, surgidas posteriormente y de manera independiente, se orientan a mercados locales. Algunas de este segundo grupo también se orientan a mercados internacionales.

El papel de organismos y programas gubernamentales de fomento ha sido crítico para el desarrollo de esta red. Programas de capacitación, eventos de enlace y promoción de empresas integradoras han comenzado a generar una cultura colectiva de colaboración. Estos organismos han incluso facilitado capital de riesgo y fomentado la formación de recursos humanos de alto nivel y su integración a redes internacionales, con la finalidad de tener acceso a mercados de mayor poder adquisitivo.

Más importante, en este sector es que varias empresas de mayor nivel de desarrollo y experiencia internacional han asumido el papel de líderes que comparten su visión y capacidades con otras empresas de menores capacidades. Si bien no todas las empresas de menor experiencia se apegan a conceptos de negocio más desarrollados, la interacción entre ellas ha permitido difundir una cultura empresarial más avanzada, que atiende directamente al nivel y alcance de los objetivos de crecimiento, desarrollo y colaboración interempresarial.

Actualmente un grupo de más de 30 empresas de este sector se aglutina en el equivalente de un parque tecnológico, en el que la proximidad favorece fuertemente la colaboración, el aprendizaje y el desarrollo de capacidades tecnológicas colectivas. De esta interacción cara a cara se ha documentado la creación de al menos una nueva empresa que está ya compitiendo en mercados internacionales.

#### *La Red de Innovación en Biotecnología Médica de Vancouver, Canadá.*

La Universidad de la Columbia Británica, creada hace aproximadamente 100 años, fue concebida desde un principio como una universidad de investigación. La consistencia en las políticas para su desarrollo y en la inversión sostenida de recursos de la provincia se ha traducido en una capacidad científica sobresaliente a nivel internacional en lo que se refiere a disciplinas biotecnológicas de aplicación médica.

Desde 1985, la Universidad creó la Oficina de Enlace con la Industria. Su misión es la identificación de oportunidades económicas creadas por la investigación, a través de la transferencia de tecnología. Se encarga también de asesorar a los investigadores en la obtención y licenciamiento de derechos de propiedad intelectual, integra equipos de negocios para la creación de empresas de base tecnológica, desarrolla y renta infraestructura para empresas de base tecnológica (particularmente en biotecnología), alojándolas en el campus o en parques tecnológicos.

Desde finales de la década de los ochentas muchas empresas se han abierto camino hacia los mercados internacionales. Han aprendido a desarrollar la propiedad intelectual de innovaciones tecnológicas como su principal activo y como elemento de negociación con empresas transnacionales. Sin embargo, la intensa interacción entre pequeñas empresas locales en Vancouver le permite competir exitosamente con otras regiones y redes de empresas biotecnológicas en Canadá (como Toronto y Montreal, por ejemplo) y en otros países (Boston, E. U.).

La cultura empresarial y los modelos de negocio en esta red son similares a los del sector de biotecnología farmacéutica en los Estados Unidos (Pisano 2006), y sigue la dinámica institucional desarrollada en ese país para las empresas de base tecnológica en esa industria. Sin embargo, la interacción y la colaboración entre las empresas de Vancouver tiene un fuerte componente informal, a partir de valores colectivos, y el conjunto es apoyado fuertemente por empresas y organizaciones de servicio y fomento: firmas de propiedad intelectual, despachos especializados en administración de recursos humanos de alto nivel, agencias gubernamentales, organismos gremiales, etc. (para mayor detalle véase Arechavala y Díaz 2004).

#### *La Red de Innovación en Celdas de Combustible, de Vancouver, Canadá.*



En los ochentas, un grupo de inteligencia militar identificó el potencial que tendría la tecnología de celdas de combustible para generar energía limpia y de bajo costo. Bajo su recomendación, el gobierno estableció programas para incentivar la participación de empresas en el desarrollo de esa tecnología. La oportunidad fue aprovechada por una de ellas, que ahora se ha convertido en líder internacional en ese campo.

Sin embargo, dada la complejidad y el costo actual de esa tecnología, así como la escasez de capital de riesgo, la empresa ha debido recurrir a alianzas internacionales con empresas dedicadas al desarrollo de fuentes fijas y móviles de tecnología y, fundamentalmente, con la industria automotriz. El gobierno federal y el de la provincia han invertido fuertemente en el desarrollo de la tecnología pero, ante los retrasos en su maduración y en la aparición de aplicaciones comerciales, no se destinan ya los recursos que los actores del sistema estiman necesarios para llevarla a mercado.

En el 2002 se creó el Instituto para la Innovación en Celdas de Combustible, cuya misión, además de realizar investigación en este campo, y apoyar la que las empresas realizan, es “constituir un agrupamiento (“*cluster*”) de innovación en la región. Las universidades, en este caso, han llegado tardíamente al sistema. Sólo recientemente han iniciado programas de investigación y de formación de recursos humanos especializados en esta tecnología. Con ello, el desarrollo de la red depende, en gran medida, de su capacidad para atraer recursos humanos de alto nivel desde otras regiones del país y del mundo.

Dados los enormes beneficios económicos que la tecnología promete, las empresas que participan en la red lo hacen primordialmente sobre la base de arreglos contractuales en los que protegen fuertemente su propiedad intelectual. Las empresas automotrices transnacionales están presentes, y participan en proyectos de evaluación y demostración de la tecnología con el apoyo del Cluster de Celdas de Combustible, el equivalente a una asociación civil que se sostiene con el apoyo de las empresas que lo integran y del propio gobierno. Esta organización se encarga de impulsar la articulación entre los miembros o posibles miembros de la red (empresas líderes, proveedores, universidades, centros de investigación, entre otros).

#### *La Red de Innovación en Agro Biotecnología, de Saskatoon, Canadá.*

El Instituto de Biotecnología de Plantas de Saskatoon fue creado hace más de cinco décadas, con la misión de generar conocimiento de valor económico para los productores agrícolas del país. Entre sus logros se encuentra el desarrollo de la canola y el mejoramiento sostenido de los rendimientos y de la calidad de los productos que de ella se obtienen.

A iniciativa del gobierno de la provincia, la inversión en este agrupamiento de innovación ha sido sostenida. Varios centros de investigación universitarios colaboran con el IBP, un parque tecnológico aloja al centro, a incubadoras de empresas y a laboratorios de importancia fundamental. El propio IBP ha planteado un principio de colaboración con organismos públicos y privados para cumplir su misión. Interactúa y complementa recursos y esfuerzos con programas federales y de la provincia para fomentar el desarrollo de empresas de base tecnológica en la región. Proporciona servicios e infraestructura basados en sus plataformas tecnológicas a empresas y a centros de investigación, sobre una base de recuperación de costos exclusivamente.

Trabaja muy de cerca con las asociaciones de productores agrícolas de la región quienes apoyan, en diferentes etapas, los desarrollos emprendidos por el centro, siempre y cuando estén orientados a resolver sus necesidades. El gobierno ha creado una serie de organismos de apoyo que enlazan a empresas particulares, con centros de investigación, buscando también clientes y capital de riesgo. Existen otros con la misión de apoyar, dentro de este mismo proceso, la organización interna de las empresas involucradas para que puedan incorporar con más éxito las mejoras o nuevos productos generados con el IBP. La diversidad de organismos involucrados de los gobiernos estatal y federal obedece a los múltiples requerimientos que genera la integración y mantenimiento de la red.

## **Resultados**

Entre los principales resultados se encuentra el hecho de que la innovación es todavía una actividad poco desarrollada en los agrupamientos mexicanos, mientras que en Canadá es parte de la cultura empresarial colectiva. El capital social (entendido como la capacidad de integración y asociación) entre los actores del primer contexto es incipiente, pero se encuentra en proceso de desarrollo. En el caso canadiense, sin embargo, el capital social es parte inherente de la cultura empresarial y comunitaria.

La comparación de las distintas redes de innovación permite dilucidar la forma en la que sus distintos componentes y variables determinan el contexto y las normas institucionalizadas de interacción entre los actores. En particular, el capital social y la madurez de las industrias demandantes de las tecnologías tienen una fuerte influencia en el tipo de arreglos contractuales que gobiernan la interacción entre ellos.

En la Tabla 1 se comparan las características principales de las redes estudiadas y se identifican aquellos procesos y componentes importantes para la integración de las mismas. Se puede observar por ejemplo que no todas las redes están orientadas a mercados intensivos en tecnología lo que marcaría una diferencia importante en su dinámica como SRI's. La red de metalmecánica y agrobiotecnología por otro lado están orientadas también a resolver necesidades locales-nacionales, con tecnologías relativamente maduras y de interés regional. Sin embargo, en ambos casos, están presentes centros de investigación y universidades que proveen de investigación y recurso humano altamente calificado. La madurez relativamente menor de estas redes puede explicarse también en función de que el capital de riesgo existente es prácticamente público, lo que implica un bajo liderazgo por parte de las empresas involucradas. En las redes más maduras ésta ha sido una característica ampliamente documentada. El gobierno federal y estatal, en ambos casos, están tratando de impulsar o mantener el desarrollo del sector, aunque con diferentes estrategias. También aunque se cuenta con la infraestructura industrial y de desarrollo tecnológico apropiada a las necesidades de las redes, las ciudades en donde se ubican son localidades relativamente pequeñas con un mercado laboral mucho menor si se compara con el caso de las redes de software, biotecnología médica y celdas de combustible.

Otro aspecto que diferencia a las redes es el relativo a la cultura empresarial y el emprendimiento. En el caso de la red de metalmecánica hay una polarización entre pymes centradas en mercados maduros que compiten por precio, y las grandes transnacionales que requieren de los centros servicios de ingeniería de alto nivel. Pocos casos se encontraron de empresas nacionales de tamaño pequeño y mediano que estuvieran compitiendo con tecnología. Sin embargo, a pesar de ser pocas, las que se encuentran son muy dinámicas. En

relación a las otras redes esta sería la más incipiente en función del perfil del empresariado regional. Un perfil parecido en donde los empresarios están centrados en nichos de mercado local-nacional es el de agrobiotecnología y en una proporción equivalente en la red de software. En estos dos casos encontramos perfiles mixtos donde hay una combinación de empresas orientadas a los mercados regionales, otra proporción de emprendedores centrados en desarrollar un alto volumen en mercados internacionales (particularmente en la red de software), y finalmente, un grupo de empresas transnacionales que están peleando el acceso al mercado internacional a los productores locales (sería el caso de la red de agrobiotecnología).

En el caso de las redes de biotecnología y celdas de combustibles existe una marcada orientación emprendedora que busca tener el liderazgo en mercados internacionales. Canadá se ha reconocido como una potencia tanto en biotecnología médica como en el campo de celdas de combustibles. En esta última red, uno de los empresarios líderes después de haber tenido una fuerte formación académica en el área decide iniciar su negocio, la empresa Ballard, que se convierte con rapidez en el centro del cluster. El perfil del empresariado de estas redes se caracteriza por un fuerte conocimiento de las tendencias en investigación y desarrollo, pueden o no ser científicos. En el primer caso, hay una fuerte asociación con el mundo académico, y si han fundado ya diferentes empresas, se convierte en algunos casos en capitalistas de riesgo, para apoyar la apertura de nuevas empresas.

En el caso de la red de biotecnología de Vancouver hay un interés explícito por parte de los empresarios y científicos de mantener las empresas para beneficio del país y la región. En el caso de la red de celdas de combustible, hay una búsqueda constante de mejores localidades, recursos humanos del más alto nivel que pueden llevar a los líderes del cluster a cambiar su ubicación.

Tabla 1: Características, Componentes y Procesos en Redes de Innovación en Canadá y en México.

Sistema o Red:	Querétaro, México (Metalmecánica)	Jalisco, México (Software)	Vancouver, Canadá (Biotecnología médica)	Vancouver, Canadá (Celdas de combustible)	Saskatoon, Canadá (Agro biotecnología)
Disciplina	Diseño	Tecnologías de Información	Biotecnología	Física, electroquímica	Genómica, proteómica, agro biotecnología.
Base de Conocimiento	Centro público de Investigación	Internet	Laboratorios Universitarios	Empresa pionera	Centro público de investigación, Empresas de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT)
Base de interacción	Contratos	Colaboración en proyectos – incentivos y fondos públicos.	Confianza	Negociaciones contractuales, propiedad intelectual.	Contratos
Capital Humano	En formación pero ya con impactos positivos en la región	Insuficiente	Oferta significativa	Escaso. Compite con otras regiones a nivel internacional .	Adecuado a las necesidades de la red. Atrae personal calificado de otras regiones y países.
Alcance de la industria	Local – regional	Internacional	Internacional	Internacional	Nacional
Alcance de la tecnología	Local – regional	Internacional	Internacional	Internacional	Nacional
Madurez de la Industria	Heterogénea. Coexisten empresas orientadas a mercados locales con ETN's.	Incipiente. Número y tamaño de empresas pequeño. Capacidad limitada en manejo de proyectos internacionales.	Incipiente. Sujeta a la disponibilidad de capital de riesgo a nivel local.	Importante: pocos competidores, cadenas de suministro bien estructuradas.	Productores agrícolas con escaso poder de negociación frente a empresas semilleros transnacionales.
Capital de riesgo	Público	Público	Privado	Privado	Público
Cultura Empresarial y Emprendimiento	Incipientemente orientada a la tecnología como arma competitiva	Mixta. Coexisten empresas innovadoras de vocación exportadora, con empresas de orientación local-nacional	Avanzada, asume modelos y patrones de desarrollo de los principales SRI en el mundo.	Avanzada. Capaz de negociar ventajosamente derechos de propiedad intelectual con empresas transnacionales.	Mixta. Coexisten productores agrícolas con subsidios y políticas comerciales de empresas transnacionales con empresas de base tecnológica orientadas a mercados externos.

Fuente de las tablas: Elaboración propia a partir del análisis del trabajo de campo.

Tabla 2: Subsistemas de las redes de innovación

	Sistema o Red:	Querétaro, México Metalmecánica	Jalisco, México Software	Vancouver, Canadá Biotecnología médica	Vancouver, Canadá Celdas de combustible	Saskatoon, Canadá Agro biotecnología
Subsistema de Generación y Difusión del Conocimiento	Universidades y Centros de Investigación	El CIDT ha tenido un papel de liderazgo en el impulso de la red, construyendo su propia demanda de tecnología.	Los CIDT tienen poca relación. Las universidades proveen principalmente de recursos humanos.	La oferta de conocimientos se genera desde la universidad local orientada a la investigación.	El gobierno crea un centro de investigación que pretende ser un soporte para mantener el liderazgo en el campo.	El IBP tiene un papel principal como fuente de conocimiento. Se complementa con la colaboración sistemática con la universidad local.
	Instituciones Intermediarias	Relativamente ausentes. Algunas cámaras empresariales empezaron a realizar tareas de articulación.	El gobierno estatal a través de la unidad encargada de promover la ciencia y la tecnología, tiene el papel principal. Y organizaciones como cámaras empresariales, institutos, etc.	Las unidades de transferencia de tecnología en las universidades tienen un rol central en la articulación de la oferta y la búsqueda de oportunidades de mercado.	La asociación Cluster de Celdas de Combustible articula y promueve la interacción entre universidades, centros de investigación, empresas y proveedores.	Asociaciones civiles y organismos de gobierno estatal y federal que identifican oportunidades de mercado y las articulan con la investigación.
Subsistema de aplicación y explotación del conocimiento	Firmas, proveedores	Segmentado. Ausencia de proveedores de componentes de tecnología. Trabajo mayor con empresas transnacionales.	Muy integrado. Alta interacción a través de comunidades virtuales que intercambian información y software de uso libre.	Muy integrado. Existe una amplia gama de empresas y proveedores que van de los servicios (patentes, inteligencia de mercado, recursos humanos), articuladoras y proveedoras secundarias.	En desarrollo. Alrededor de las empresas líderes están las proveedoras de hidrógeno y encargadas de generar las condiciones para la asimilación de la innovación.	Segmentado. Algunas firmas clientes son ETN's. Otras son pymes de base tecnológica que surgen como <i>spin offs</i> sin líneas de producción.
	Alianzas y colaboraciones	Con institutos de investigación extranjeros. Con ETN's como proveedores de ingeniería.	Con sus clientes y competidores. Existe una empresa integradora que coordina los esfuerzos de 11 empresas.	Con recursos para establecer alianzas y acuerdos de colaboración ventajosos con empresas transnacionales.	Alianzas con compañías automotrices para la etapa comercial de la innovación.	Alianzas con agrupaciones de productores agrícolas de la región.

Como puede observarse en la tabla anterior, el análisis de los subsistemas de una red de innovación permite evaluar el nivel de desarrollo relativo de sus distintos componentes, y derivar medidas concretas, a nivel organizacional e interorganizacional, para equilibrar y acelerar el desarrollo del conjunto. La ventaja de este enfoque es que permite evaluar el grado en el que cada uno de los componentes del sistema está cumpliendo con la función que le corresponde. Si bien es cierto que en las redes de innovación los efectos sistémicos son emergentes, el planteamiento de objetivos claros y comunes para los distintos actores de la red puede acelerar el proceso.

Tabla 3: Procesos de aprendizaje organizacional para la integración de redes de innovación

Sistema o Red:	Procesos de aprendizaje organizacional	Procesos de aprendizaje en la interacción
Querétaro, México (metalmecánica)	Desarrollo de capacidades tecnológicas propias y búsqueda de mercados.	Incipiente. Ensayo y error. Contexto institucional no adecuado.
Jalisco, México (software)	Ensayo de conceptos y modelos de negocio. Supervivencia del más apto.	Apoyo de instituciones de fomento. Capacitación promovida por agencias gubernamentales.
Vancouver, Canadá (Biotecnología médica)	Soporte de unidades especializadas en el emprendimiento de negocios de base tecnológica.	Interacciones reguladas por valores y capital social. Apoyo de agencias gubernamentales.
Vancouver, Canadá (Celdas de combustible)	Alianzas de nivel internacional	Relaciones contractuales de alcance internacional.
Saskatoon, Canadá (Agro biotecnología)	Apoyo de instituciones de fomento para el desarrollo de capacidades tecnológicas.	Esfuerzos deliberados de los actores: incubadoras, agencias y programas gubernamentales, centros de IDAT.

En los casos presentados la base de conocimiento proviene de distintas fuentes. Puede ser una o varias universidades, uno o varios centros de investigación, una empresa o varias empresas, hasta las comunidades virtuales típicas de la producción de software, o bien una combinación de estas. La función de este conjunto de organizaciones es la de proveer de manera sistemática de la oferta de conocimiento necesaria y prever las tendencias futuras del campo, para mantener la competitividad de la red. En este punto, si bien los casos ilustrados muestran diferencias importantes, lo que resulta fundamental es el acceso a las redes internacionales de conocimiento (“*knowledge pipelines*”), pues de ello depende la competitividad de cualquier red de innovación.

El mismo fenómeno ocurre con la base de interacción. Freeman (1991) había señalado ya que la gama de interacciones que se pueden identificar en una red de innovadores es muy diversa y transita de lo más formalizado (la interacción establecida en un contrato o acuerdo legal) a las relaciones informales, pasando por todos los puntos del continuo. En las redes analizadas encontramos interacciones mediadas por contratos, hasta aquellas basadas principalmente en la confianza. El punto clave aquí es precisamente que se deben generar interacciones entre los posibles y más adecuados miembros de una red. Como en el caso de la red de software esto puede impulsarse desde los gobiernos estatales y/o nacionales, pero cuando se llegue a un

punto de mayor desarrollo habrá que derivar la estafeta a las empresas que muestren mayor interés y liderazgo.

## **Discusión**

Si bien puede argumentarse que las variables que influyen en la estructura y dinámica de las redes son innumerables, en lo que se ha presentado se sigue fundamentalmente la percepción y las explicaciones que los actores en ellas atribuyen a sus propias acciones.

A pesar de la diversidad de los casos descritos brevemente, es posible observar que estos sistemas pueden diferir en cuanto a sus componentes lo mismo que en cuanto a la dinámica o principios de interacción que siguen. Esto, por un lado, parece evidenciar que las redes de innovación pueden diferir fuertemente en sus características, y que es difícil identificar condiciones necesarias y suficientes para su existencia.

Por otro lado, la descripción y comparación de las distintas redes permite apreciar que su desarrollo requiere de la maduración y complementación recíproca de diferentes factores. Sólo en la medida en la que unos factores (que son distintos en cada caso) se complementan con otros para generar oportunidades económicas basadas en el conocimiento, para convertir esas oportunidades en conceptos de negocio y complementar recursos para llegar a mercado, por ejemplo, se constituye y consolida una red de innovación.

Los resultados también señalan que el papel de las políticas públicas es más efectivo cuando es de soporte. Esto significa que en la medida que el gobierno se preocupe por establecer condiciones para la proliferación de redes, más que en crearlas y dirigirlas, se tendrán mejores resultados. Se observa también mayor impacto cuando las políticas operan mediante la actividad e iniciativa de actores en un nivel regional – local. El conocimiento e involucramiento del sector público en este nivel, asegura medidas más adecuadas para resolver la problemática que presentan las empresas de un sector determinado.

## **Conclusiones**

Desde el punto de vista de la comprensión de los procesos por los que surgen y se consolidan las redes de innovación, los casos estudiados proporcionan evidencia de que no existen formas o vías únicas para el desarrollo de redes de innovación exitosas. Si bien esto es apenas visible a partir del análisis de las redes mexicanas, la evidencia parece más contundente en el caso de las canadienses.

Dado el nivel de industrialización, de desarrollo científico y tecnológico, de cultura empresarial y de conexión con la economía de los Estados Unidos, es natural que los niveles de desarrollo de las redes canadienses las hagan competitivas con las de ese país. Aún así, es claro que sus rumbos de consolidación difieren entre un caso y otro. Si se las considera como en un nivel intermedio de desarrollo, permiten ilustrar las diferencias en los procesos por los cuales puede encaminarse el desarrollo de los casos mexicanos.

En Canadá, la Red de Investigación sobre Redes de Innovación (*Innovation Systems Research Network*) trabaja arduamente para investigar sus procesos y derroteros de surgimiento y maduración. El interés explícito en ese caso es identificar las implicaciones de política científica, tecnológica y económica que pueden favorecer y acelerar ese desarrollo.

Para el caso de economías emergentes, como la de México, en la que sectores modernos de la economía conviven con otros altamente tradicionales, acelerar el surgimiento de redes de

innovación es un imperativo importante. No se trata de emular los aspectos visibles de las redes, sino de comprender los principios subyacentes de su desarrollo, por lo que estudios comparativos como el que aquí presentamos son cada vez más importantes. Su estudio debe ser fuertemente interdisciplinario, y muchas instituciones tienen algo importante que esperar de sus resultados.

## Referencias bibliográficas

- Arechavala, R. y Díaz, C., Sistemas Regionales de Innovación en México y Canadá: Una Comparación de Retos en el Desarrollo de la Innovación Tecnológica, *Revue Sciences de Gestion*, No. 41, 2004.
- Autio, E., Evaluation of RTD in Regional Systems of Innovation, *European Planning Studies*, 6, 2, 1998.
- Capello, R., Spatial transfer of knowledge in high technology milieu: learning versus collective learning processes, *Regional Studies*, 33, 4, 1999.
- Freeman, C., Networks of innovators: A synthesis of research issues, *Research Policy*, 20, 1991.
- Garnsey, Elizabeth, The Genesis of the High Technology Milieu: A Study in Complexity, *International Journal of Urban and Regional Research*, 22, 3, 1998.
- Gonard, T., The process of change in relationships between public research and industry: two case studies from France, *R&D Management*, 29, 2, 1999.
- Gupta, A.K., H. R. Bhojwani, R. Koshal, and M. Koshal, Managing the process of market orientation by publicly funded laboratories: the case of CSIR, India. *R&D Management*, 30, 4, 2000.
- Grebel, T., A. Pyka y H. Hanusch, An Evolutionary Approach to the Theory of Entrepreneurship, *Industry and Innovation*, 10, 4, 2003.
- Keeble, D. and Lawson, C. (Eds.), *Collective Learning Processes and Knowledge Development in the Evolution of Regional Clusters of High Technology SMEs in Europe*, Cambridge, ESRC Centre for Business Research, University of Cambridge, 1998.
- Kenney, M. y U. von Burg, Technology, Entrepreneurship and Path Dependence: Industrial Clustering in Silicon Valley and Route 128, *Industrial and Corporate Change*, 8, 1, 1999.
- Lambooy, J. G., The Transmission of Knowledge, Emerging Networks, and the Role of Universities: An Evolutionary Approach, *European Planning Studies*, 12, 5, 2004.
- Longhi, C., Networks, Collective Learning and Technology Development in Innovative High-Technology Regions: The Case of Sophia-Antipolis, *Regional Studies*, 33, 4, 1999.
- Niosi, J. y T. Bas, The Competencies of Regions – Canada's Clusters in Biotechnology, *Small Business Economics*, 17, 2001.
- Pisano, G. P., *Science Business: The Promise, the Reality and the Future of Biotech*, Boston, Mass., Harvard Business School Press, 2006.
- Rama, M. S. and R. A. Ramakrishna, Strategy for technology development in public R&D institutes by partnering with the industry, *Technovation*, 25, 2005.
- Uotila, T., V. Harmaakorpi, and H. Melvas, A Method for Assessing Absorptive Capacity of a Regional Innovation System, *Fennia*, 184, 1, 2006.