

Capacidades tecnocientíficas y culturales como agentes decodificadores para la competitividad industrial*

MARÍA JOSEFA SANTOS**

Resumen

El trabajo discute la forma en que los filtros referenciales influyen en el proceso de acumulación de capacidades y la función que desempeñan ciertos individuos o grupos, como son los traductores tecnológicos, para propiciar la creación de significados comunes entre quienes desarrollan, implementan y usan la tecnología. Se analiza también el sentido de establecer relaciones cara a cara y un clima de confianza como medios para la transferencia de conocimiento.

Palabras clave: *acumulación de capacidades, marcos de referencia, traductores tecnológicos*

Abstract

This work reviews the way in which referential filters influence the process of accumulation of capacities and the role that certain individuals or groups play; for instance, the technological translators, who propitiate the creation of common meanings among those who develop, implement and use technology. It also analyzes the meaning of establishing face-to-face relationships as well as confident environments as a way of transferring knowledge

Key words: *accumulation of capacities, frameworks, technological translators*

Introducción

El proceso de acumulación de capacidades tecnológicas ha sido reconocido por Pavitt, Tidd y Bessant (Bell y Pavitt, 1995, Tidd *et al.*, 1997) como un recurso clave en la competitividad de las organizaciones, ya que permite el uso efectivo del conocimiento tecnológico y de los recursos especializados tanto en las empresas como en su entorno. Por otro lado, Figueiredo (2002) ha establecido la importancia de la socialización de dichas capacidades dentro de la organización. En este artículo se pretende analizar tres aspectos: primero, la forma en que los procesos de acumulación y socialización pasan por un filtro referencial que les da sentido; segundo, el papel que tiene este filtro en la transferencia de capacidades entre instituciones distintas, ya sean empresas o instituciones de educación superior (IES)¹ y, tercero, la influencia que tiene el entorno regional en estas instituciones.

La acumulación y socialización de capacidades tecnológicas y científicas (en adelante tecnocientíficas)² comienza con el desarrollo de habilidades y conocimientos que permiten llevar a cabo actividades tecnológicas con

* Artículo recibido el 11/05/05 y aceptado el 18/07/05.

** Instituto de Investigaciones Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México, circuito Mario de la Cueva s/n, Ciudad Universitaria, Copilco, 45000 México, D.F. mjsantos@servidor.unam.mx

¹ Dentro de las instituciones de educación superior incluimos tanto a las universidades como a los centros de investigación y desarrollo, que muchas veces participan o se encargan de programas de posgrado regionales.

² El carácter de la tecnociencia contemporánea, esencialmente híbrido de teorías, prácticas, tecnologías, entornos naturales y contextos sociales (Medina, 2003).

ciertos grados de eficiencia. El conocimiento que facilita los procesos anteriores puede ser adquirido a través del exterior, mediante mecanismos tales como asistencia tecnológica de proveedores de equipo, alianzas tecnológicas, contratación de expertos, vinculación con otras instituciones (académicas o empresas), o internamente, a través de la práctica de actividades rutinarias, mejoras de procesos, experimentación sistemática, labores de mantenimiento, etcétera. Los conocimientos y habilidades derivadas de estos procesos se acumulan en los sujetos que participan en ellos. Para las empresas, los sujetos pueden ser tanto directivos y ejecutivos tecnológicos como operarios en plantas, para las instituciones de educación superior estos sujetos son: investigadores y técnicos, y para las regiones son los actores encargados de políticas de investigación y desarrollo (I&D) y los promotores del desarrollo tecnológico en la región.

La socialización de capacidades intra e interinstitucionales implica, la transferencia de los individuos que las han acumulado a las organizaciones donde están adscritos, y aquí es donde entra en juego el conocimiento de los marcos de referencia tanto de la propia institución como de la institución a la que se transferirán estos conocimientos. Para ello se deben establecer formas de trabajo que permitan hacer explícito, reproducir y transmitir el conocimiento tácito acumulado por los distintos actores. Mecanismos como la observación y la participación en la solución de problemas –incluso de mantenimiento–, rotación de puestos y programas de entrenamiento, ayudan a compartir valores, normas y significados en torno a un proceso tecnológico. Por otra parte, las actividades tecnocientíficas de las instituciones también son producto de factores internos tales como las características de su fundación y su cultura organizacional, y de factores externos como la relación de la institución con su región o su posición en el mercado. La combinación de estos factores va creando senderos de acumulación que se traducen en herramientas que permiten la transformación de conocimientos en capacidades tecnológicas susceptibles de ser aprovechadas.

Por otro lado, la generación de actividades tecnocientíficas trasciende las fronteras institucionales e implica la creación de un ambiente de aprendizaje y de distintos procesos de circulación de conocimientos e información incluidos, muchas veces, en acuerdos de cooperación. Cuando estos acuerdos se transforman en redes tecnocientíficas –constituidas a partir del aprendizaje, el intercambio de materiales, personas y resultados– trascienden la organización formal de las instituciones participantes y confrontan actividades y referencias para plantear y solucionar problemas generales y es-

pecíficos en torno a los cuales se aglutina una masa crítica de investigadores e instrumentos. Algunos elementos clave en el establecimiento de este tipo de redes son:

- La confianza ligada a las relaciones interpersonales –basada en la compatibilidad entre los involucrados–, más que a los arreglos contractuales, lo cual resulta fundamental en el contexto de la acción. Esta condición necesaria para entablar relaciones de colaboración sólo se logra a partir de la experiencia casi siempre derivada de la colaboración interinstitucional en la solución de problemas sencillos.
- El establecimiento, desde un principio, de los intereses, competencias y compromisos de cada uno de los actores que participan de la red, pero sobre todo de los mecanismos y las formas en que estos tres elementos pueden negociarse. En este sentido, es básica la complementariedad de las competencias y capacidades desarrolladas por las instituciones y los actores que intervienen en la red.
- El desarrollo de competencias en términos de la administración de las dinámicas y contenidos de la red, considerando para la dinámica los intereses y las controversias de los diferentes actores y para los contenidos la naturaleza de los conocimientos. Se deben definir mecanismos de negociación que permitan entrelazar las lógicas científicas, técnicas y económicas de los distintos actores.
- El establecimiento de mecanismos claros y compartidos para la incorporación de nuevos actores a partir de una serie de criterios, formalizados en función de los objetivos previamente negociados por los actores de la red.
- Puesto que la red implica una nueva referencia para los actores que participan en ella, se debe partir de un entendimiento de las referencias y reglas de sus propias comunidades y de las comunidades de los otros. Esto tiende a facilitar la comunicación y propiciar la traducción de los objetivos comerciales en cuestiones científicas y viceversa (Santos y de Gortari, 2003).

A veces la creación de estas redes comienza porque los actores involucrados pertenecen a una misma región; en otras ocasiones las redes crecen bajo el impulso de políticas estatales o regionales que favorecen la transferencia de los conocimientos tecnocientíficos; sin embargo, en la mayoría de los casos se constituyen porque las instituciones académicas y las empresas reconocen el valor de los conocimientos de la institución con que están vinculados. Este reconocimiento es

muy importante sobre todo porque facilita el establecimiento de *puentes de significado*.³ Son estos puentes de significado la forma de promover la aceptación de la ciencia y la tecnología como agentes de competitividad entre las instituciones participantes, en la medida en que facilitan la interpretación y legitimación de las actividades tecnocientíficas dentro de las organizaciones.

En los siguientes apartados mostraremos cómo influyen los filtros referenciales en los modelos de acumulación de capacidades tecnocientíficas entre instituciones académicas, empresas y regiones donde interactúan. En este sentido, se ubica la forma en que se tejen referencias y conocimientos en el proceso de acumulación de capacidades con base en las referencias de cada uno de los actores institucionales que intervienen en este proceso. Para ello hemos recurrido al trabajo de documentación de redes de conocimiento realizado básicamente en las ciudades de Monterrey, León y Querétaro⁴ entre empresas, centros de investigación y desarrollo y algunos organismos de fomento. No nos referimos a ningún caso en particular, sólo haremos breves referencias de los indicios que muestran la forma en que se entretajan las referencias institucionales en el proceso de acumulación de capacidades.

Los modelos de las instituciones académicas

La transferencia interinstitucional de conocimientos no es nueva entre entidades académicas, sobre todo si consideramos que sus egresados son actores con conocimientos, habilidades y referencias. Sin embargo, en los últimos años casi todas las instituciones académicas mexicanas han fomentado otro tipo de actividades de intercambio de conocimiento interinstitucionales, que les han permitido transferir conocimientos científicos a través de mecanismos que abarcan la elaboración de proyectos conjuntos, asesorías puntuales, trabajos de medición y control de calidad y formación de recursos humanos muy calificados, bajo la estricta supervisión de las empresas demandantes. Estas ac-

tividades suelen estar normadas, en principio, por convenios específicos y después por políticas generales de vinculación.

Los modelos de vinculación de las instituciones académicas resultan, entonces, de la combinación de actividades, mecanismos, políticas con la capacidad de las instituciones de educación superior para transformar los conocimientos derivados de sus actividades científicas y técnicas en conocimientos y habilidades susceptibles de ser aprovechados por las empresas y regiones en las que se insertan. En este proceso, los traductores tecnocientíficos tienen un papel muy relevante porque se encargan de legitimar las actividades tecnocientíficas dentro de su propia institución, y además encuentran las referencias necesarias para que los conocimientos transferidos sean relevantes para la solución de los problemas de las instituciones que los demandan.

En cuanto a la infraestructura que alberga las actividades de vinculación en las instituciones de educación superior, podríamos decir *grosso modo* que oscila entre robustos centros o departamentos de vinculación encargados de la gestión y transferencia tecnológica –cuyas funciones son establecer políticas de vinculación institucional, elaborar los lineamientos para los convenios de colaboración, negociar los contratos, buscar los proyectos, administrarlos y registrar patentes; en suma, establecer las políticas y referencias que norman estas actividades– hasta la descentralización total de las actividades de transferencia de conocimiento, las cuales suelen estar a cargo de lo que podríamos llamar investigadores polivalentes, quienes se encargan de todas las actividades de vinculación, con alguna asesoría de los departamentos jurídicos de las instituciones de educación superior donde laboran.

La capacidad de la institución para insertarse en el ambiente de aprendizaje de la región donde se encuentra es también un elemento fundamental para constituirse en una referencia obligada en los *senderos de acumulación* de las empresas cercanas. Es útil que las empresas estén cerca, que tengan experiencia en buscar conocimientos externos entre socios tecnológicos poco convencionales,⁵ que los ejecutivos técnicos de

³ Tender puentes de significado ayuda en el proceso de transferencia de conocimiento. Éstos comienzan por el reconocimiento de los valores de la propia institución y el valor de los conocimientos de los otros. De tal suerte que se pueden negociar prácticas de trabajo, normas operativas y establecer vínculos de colaboración entre las instituciones participantes.

⁴ Para la realización del trabajo de campo se contó con el financiamiento del proyecto “La acumulación de capacidades en la construcción de trayectorias tecnológicas en las grandes empresas mexicanas” del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT). Se realizaron visitas a distintas áreas de las empresas y centros de investigación y desarrollo analizados. Además se entrevistó a los directivos de tecnología y líderes de ciertos proyectos. También se recurrió al material de campo del proyecto “Redes y flujos del conocimiento entre el ámbito académico y empresarial” financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), y cuyo propósito fue documentar la interacción interinstitucional (formal e informal) en los intercambios de conocimiento.

⁵ Esto sucede muy claramente con Hylsa, empresa que, a diferencia de Cemex, pero sobre todo de Vitro, ha buscado conocimiento entre consultores y centros de investigación y desarrollo y no entre proveedores tecnológicos muy reconocidos. Esta

empresas e instituciones se conozcan de tiempo atrás,⁶ pero sobre todo ayuda que las instituciones involucradas puedan establecer una relación basada en la *confianza técnica* (Santos y de Gortari, 2003). A lo largo de nuestro trabajo con instituciones académicas y técnicas observamos que esta relación de confianza comienza a forjarse a partir de la colaboración en proyectos pequeños y concretos, a veces la caracterización de un material o una prueba de calidad, que a su término cubren sobradamente las expectativas de quienes las solicitaron. Otra actividad importante es la formación de recursos humanos que, como en el punto anterior, comienza por pequeñas cosas; por ejemplo, un cursillo para elaborar páginas web, y que con un poco de suerte culmina en el manejo y soporte de las páginas de las empresas en las que laboran los asistentes al curso.⁷

La relación de confianza que establece primero entre los actores que participan en los proyectos interinstitucionales, y después entre las instituciones en las que laboran, tiene que ver con un doble proceso de aprendizaje. Por el lado de las empresas, los técnicos advierten las habilidades de los investigadores de las instituciones de educación superior, desarrolladas a partir de su trabajo cotidiano, las cuales les permiten transformar el conocimiento general en conocimiento específico y útil para la empresa; esto es, susceptible de ser adaptado a sus procesos y productos. En el caso de la formación de recursos humanos, el conocimiento incorporado permite a los individuos tener acceso a información muy especializada, a los recursos y a las redes de la institución académica donde se formó, y a los marcos referenciales que harán posibles futuras colaboraciones. Para el caso de las instituciones de educación superior, las relaciones con empresas facilitan el aprendizaje de nuevas formas de administración, de presentación de proyectos y de negociación. Por otro lado, los recursos humanos formados se constituyen en lo que hemos llamado *caballos de Troya*,⁸ que permiten la incursión de las instituciones en proyectos de mayor envergadura.

Una vez que se establece la confianza inicial, la continuación de la relación depende fundamentalmente

de la capacidad de aprendizaje de las instituciones participantes y de que las referencias aprendidas se difundan a nuevos grupos de la red. Es así como surgen puentes referenciales que permitirán la negociación de prácticas indispensables para que las instituciones se involucren en proyectos de mayor alcance.

Un ejemplo de lo anterior fue el proyecto UNI establecido entre la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) y diferentes empresas de la región, en particular Cemex y Vitro. Este proyecto tuvo como propósito general la formación de maestros en ciencias en áreas de interés para la empresa (cerámicos en el caso de Cemex y vidrio en el de Vitro). Los acuerdos generales del proyecto eran los siguientes: la empresa se comprometía a pagar colegiaturas y gastos de manutención de los becarios al principio del año y en una sola exhibición; brindaría asesoría técnica de su personal en los laboratorios, y académica en las tesis de los becarios; además, ponía a su disponibilidad la infraestructura de la empresa. Por su parte, la Universidad se obligaba a formar a estos becarios y a permitirles trabajar la mitad del tiempo en la solución de problemas de la empresa durante el primer año, y en el siguiente dedicarse de tiempo completo a la solución de problemas, de donde surgirían las tesis de grado.

Para que el proyecto cumpliera con sus objetivos fue necesaria la negociación de prácticas de trabajo tanto por parte de la empresa como de la UANL. En principio, los nuevos profesionistas no entrarían en la dinámica de trabajo de los técnicos que ya laboraban en la empresa; para ello se establecerían nuevas formas de trabajo (por objetivos y no por horas) e incluso nuevas habilidades relacionadas más con las de los investigadores universitarios que con las que tienen los técnicos en las empresas. También estaba el problema de las tesis, que para la UANL deberían cubrir los requisitos académicos mínimos, lo que implicaba la difusión de información técnica que a veces era un recurso estratégico para la empresa. Por último, mencionaremos la doble adscripción de los participantes, lo que los sometía a dos lógicas de trabajo distintas y hasta contradictorias; así, para la UANL lo importante era la dedicación al

búsqueda constante de nuevos conocimientos y su posterior integración a sus operaciones son la base para su negocio de tecnología, que se convirtió en una ventaja competitiva cuando el grupo ALFA decidió desincorporar la empresa.

⁶ Estos ejecutivos suelen pertenecer a las mismas redes, bien sea porque acudieron a las mismas escuelas o universidades, asisten a los mismos centros de reunión o son parientes. Sin embargo, ello no significa que los ejecutivos de las empresas conozcan las capacidades de las instituciones de educación superior de sus amigos, ni que éstos estén al tanto de las necesidades de conocimiento de las empresas de aquéllos, como encontramos muy claramente en León, Guanajuato y en la ciudad de Querétaro.

⁷ Esto sucedió en el área de sistemas del CIATEQ, que para darse a conocer entre las pequeñas y medianas empresas de la región impartió un curso de programación de páginas web a muy bajo precio, esto culminó con la demanda del servidor del CIATEQ como soporte y del área de sistemas para ayudar y asesorar a los técnicos de las empresas que hicieron estas páginas.

⁸ Hemos definido en un trabajo anterior a los *caballos de Troya* como los actores que se forman en las instituciones académicas y que después encabezaban los contactos interinstitucionales (véase Santos, 2001).

trabajo académico que les permitiría terminar en tiempo (dos años) y forma (con una buena tesis de maestría) los estudios de posgrado, con el fin de mantener el programa en el Padrón de Excelencia del Conacyt, al que estaba adscrito y donde había cubierto con creces todos los parámetros de evaluación. Para la empresa, lo importante era la solución de problemas técnicos y la discreción de alumnos y maestros en relación con los proyectos en que trabajaban. Desde el punto de vista de la UANL, los objetivos no se cumplieron del todo en la medida en que la mayoría de los estudiantes no lograron la obtención del grado, aunque por otro lado la utilidad técnica de los productos de los proyectos propició un ambiente de *confianza* en los conocimientos técnicos de la UANL, lo que favoreció la apertura de canales de comunicación fluidos y continuos. Esta confianza se extendió a la incorporación de nuevas referencias, como lo muestra la atención al problema de la confidencialidad de la información especializada, tan difícil de controlar cuando los conocimientos fluyen a partir de la movilidad de los actores (estudiantes, profesores, traductores, etcétera) y que genera tantas *susceptibilidades* cuando se quieren establecer proyectos de colaboración interinstitucional. El seguimiento de este proyecto muestra también el papel de ciertos actores que fueron claves para consolidar la red interinstitucional. En este sentido, los traductores tecnológicos, tanto de la empresa como de la UANL, han sido los promotores del proceso de codificación y socialización de capacidades derivadas de nuevos proyectos de formación de recursos humanos, maestrías y diplomados empresariales, así como de proyectos de asesoría técnica en donde participan conjuntamente las empresas y los investigadores de la UANL. El proyecto UNI es, pues, un ejemplo de cómo se entretajan conocimientos y referencias en el proceso de acumulación de capacidades.

Los modelos de las empresas

En el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas de las empresas mexicanas influyen tanto los conocimientos derivados de actividades internas de investigación y desarrollo de la propia empresa, como la búsqueda y el aprovechamiento de conocimientos tecnocientíficos generados externamente, por ejemplo las instituciones de educación superior, pero también –y sobre todo para las grandes empresas mexicanas–, los socios tecnológicos. Por otro lado, dicho proceso también depende de la historia de la empresa, de la que se derivan sus marcos de referencia; del contexto en el que está inserta, que condiciona sus oportunidades de mercado, y de la trayectoria tecnológica del sector



(Dosi, 1982). La combinación de todos estos elementos constituye la propia trayectoria tecnosimbólica de la empresa, que es en última instancia la que constriñe las decisiones estratégicas en materia de innovación, y se traduce, como en el caso de las instituciones de educación superior, en distintos modelos de generación, gestión, codificación y socialización de actividades y conocimientos tecnológicos (Santos y Márquez, 2003).

En cuanto a la infraestructura que alberga las actividades tecnológicas, algunas empresas e instituciones de educación superior tienen robustos centros de investigación y desarrollo que concentran la mayoría de las actividades de investigación y desarrollo y se encargan de su difusión y transferencia a todos los sectores de las plantas y empresas, tanto del grupo como de otros grupos industriales –en caso de licenciar tecnología, como Hylsa–. Otras firmas, como Vitro, tienen una pequeña área de administración de tecnología, de siete personas, que se encarga de coordinar los esfuerzos tecnológicos estratégicos para la empresa; el resto de las actividades de innovación están diseminadas en las áreas productivas que se benefician de ellas.

Como ya lo indicamos, otro factor muy importante para generar referencias es la propia historia del proceso de acumulación de capacidades tecnocientíficas de las empresas en relación con su competitividad, sobre todo en el contexto de los mercados globales. Así, todas las empresas analizadas sólo se arriesgan a invertir en desarrollo de tecnología cuando “no les queda de otra”, ya sea porque no pueden comprar un paquete tecnológico o porque los que hay en el mercado no se adecuan a sus requerimientos de producción, o incluso porque no hay materia prima, como sucede con el proyecto del agave azul en Jalisco, donde la gran escasez

del insumo pone en riesgo la producción de tequila en la región. Algunas veces, el proceso de construcción de capacidades tecnocientíficas se inserta tan fuertemente en el quehacer y en las referencias de las empresas que éstas se aventuran (como sucede con Hylsa, pero también con negocios manufactureros más pequeños)⁹ a integrar y transferir paquetes tecnológicos, de tal forma que, como refieren los ejecutivos tecnológicos de Hylsa, el desarrollo de tecnología es un excelente negocio marginal de la empresa, pero al fin y al cabo un negocio marginal.

En estas “aventuras tecnológicas” a veces se cruzan socios con fines y referentes institucionales muy distintos, lo cual suele ser una fuerte barrera para intercambiar conocimientos; dicha barrera sólo se rompe cuando existe un interés de ambas partes. En los últimos tiempos, este interés se deriva de la presión de la competencia internacional a la que las empresas están sometidas en México –dado que tenemos firmas extranjeras compitiendo con las mexicanas en casi todos los sectores–, o en el extranjero, cuando las empresas mexicanas exportan sus productos o servicios. Así, algunos empresarios, especialmente los que cuentan con referencias tecnológicas en la historia de su empresa, han entendido que el proceso de acumulación de capacidades tecnocientíficas, que permite asimilar, cambiar y desarrollar las tecnologías con que trabajan depende también de actividades de investigación básica, lo cual supone la cooperación de científicos de alto nivel. La cooperación derivada del intercambio de conocimientos interinstitucionales no está regulada por las normas y referencias del mercado –como ocurre entre socios tecnológicos o en la venta de un paquete tecnológico–, sino por relaciones interpersonales donde la coordinación de los proyectos de investigación es administrada conjuntamente por investigadores y técnicos de las instituciones de educación superior y de la empresa, que en algún momento establecen fines y referencias distintos.

El proceso de acumulación de conocimiento que hace posible la integración de capacidades y competencias en las empresas tiene ciertos patrones comunes, que son matizados por la experiencia tecnológica de cada empresa en particular. Como ya señalamos, muchos de estos conocimientos provienen de actividades rutinarias que se realizan en las empresas y generan experiencia entre los técnicos y operadores. Otra fuente de conocimientos es la relación con socios y proveedores tecnológicos, y aquí la diferencia está en la forma en que las empresas compradoras negocian la relación.

En algunos casos, como el de Vitro, los socios son licenciadores de la tecnología con los que hay contratos establecidos de regalías y de propiedad del diseño tecnológico, y en otros, como el de Cemex, no hay licencias ni pago de regalías; la tecnología y el equipo se compran como cualquier otro insumo de la empresa. Por último, señalamos que el desarrollo de productos tiene un papel diferente en las empresas y depende de la trayectoria tecnológica del sector en el que operan.

Es importante destacar el papel de los *ejecutivos tecnológicos* en las empresas. Éstos tienen una doble función. Por un lado, diseñan las estrategias tecnológicas, participan en la toma de decisiones, encabezan las negociaciones y contribuyen a la construcción de la confianza y comunicación en el proceso de implantación de la ruta tecnológica de la empresa. Por otro, establecen los puentes de significados que acercan las áreas de investigación y desarrollo a todos los ámbitos de la empresa y que permiten traducir los códigos y prácticas de otras instituciones a lenguajes comprensibles. En síntesis, de la habilidad de estos ejecutivos tecnológicos depende que el conocimiento acumulado o adquirido por las empresas en ámbitos tradicionales o no tradicionales se constituya en un elemento clave con respecto a las diferencias tecnológicas y las ventajas competitivas que éstas representan.

Las actividades, las relaciones y los actores impulsan la acumulación de conocimiento, sin embargo, para que el desarrollo de tecnología se convierta en un factor de sustentabilidad, es necesario que estos conocimientos se socialicen en la empresa y se codifiquen. Al respecto hemos encontrado que estos procesos están ligados a distintos programas y estrategias de administración de la tecnología, que son los que permiten que los conocimientos dispersos –derivados de actividades tales como los trabajos rutinarios de la operación de las plantas, la solución de problemas, el trato con proveedores tecnológicos, la búsqueda de nuevos mercados y, en el caso algunas empresas, los procesos de transferencia tecnológica– primero se concreten en códigos significativos para la organización y después se socialicen entre todos sus miembros. Los sistemas de administración que evidencian, centralizan y codifican las capacidades de las empresas involucran también actividades de formación y capacitación, desarrollo tecnológico, compra de empresas alrededor del mundo, estandarización de operaciones, premios e incentivos, y el establecimiento de valores y normas. Así, el proceso de socialización de conocimiento impulsado por los sistemas de administración de tecnología suele cubrir

⁹ Aquí se puede acudir al caso de COLNAC una empresa mediana, productora de mosaicos venecianos, que logró modificar el horno de fundido de vidrio e integró un paquete tecnológico que después transfirió a Colombia.

al menos dos objetivos: primero, difundir los elementos tecnológicos de las plantas, de los grupos de investigación y desarrollo y de sus socios tecnológicos, socializando entre su comunidad técnica las tendencias de las trayectorias tecnológicas internacionales y, segundo, establecer mecanismos de difusión para aprovechar el conocimiento incorporado (*embodied*) en sus técnicos. Algunas empresas que transfieren tecnología, como Hylsa, han desarrollado una estrategia de capacitación muy estructurada que, al impartirse en las plantas de la empresa siderúrgica, permite al personal de los clientes tecnológicos asimilar la tecnología con que operarán.

Los espacios de conocimiento como decodificadores tecnocientíficos

El hecho de que las empresas y los socios tecnológicos compartan regiones geográficas con referencias comunes es una gran ventaja para que los actores que comienzan a promover contactos interinstitucionales establezcan lazos de confianza y para que estos contactos se transformen en redes cuyo objetivo principal será la producción y difusión de conocimientos tecnocientíficos que beneficien a las dos instituciones. Esto suele suceder en lo que hemos llamado *espacios de conocimiento* definidos a partir de varios elementos; en principio se trata de una región con referencias comunes que cuenta con cierta infraestructura de investigación y desarrollo a partir de la cual se han acumulado capacidades que no han sido aprovechadas cabalmente ni por las empresas ni para la solución de problemas de la región (Casas *et al.*, 2000). Por otro lado, los actores involucrados en los procesos de generación y acumulación de conocimiento coinciden en espacios sociales y culturales, de tal suerte que cualquiera de ellos sabe a qué se dedican sus colegas, aunque no tengan conciencia cabal de las capacidades y necesidades de las instituciones donde trabaja su “amigo”.

En estos espacios de conocimiento, los traductores tecnológicos son los impulsores de redes de colaboración que, en ocasiones, permiten transformar el conocimiento acumulado en una región en capacidades aprovechables para las empresas, los centros de investigación y desarrollo o las instancias gubernamentales. Lo anterior ocurre a partir del intercambio de experiencias y del trabajo *in situ*, mediados por un proceso de construcción de confianza y comunicación.

La integración de espacios regionales de conocimiento depende, en un principio, de que los actores involucrados tengan conciencia de que el proceso de innovación tecnológica está cambiando, pues se apoya cada vez más en la investigación científica, y viceversa.

La frontera entre ciencia y tecnología es cada día menos clara y en consecuencia las relaciones entre universidades, industrias y centros de investigación públicos y privados deben de ser más fluidas y sujetarse a nuevas negociaciones, que implican tanto mecanismos para el flujo de conocimientos como marcos legales para la protección de los conocimientos transferidos. La participación de nuevas instituciones y la disposición de nuevas reglas para la vinculación permitirá, que el flujo de conocimientos no se limite exclusivamente a la transferencia de tecnología y se extienda a otras áreas como la formación de recursos humanos, entrenamiento, asesorías, investigaciones conjuntas, entre otros. Asimismo incluye la participación de actores involucrados en diversas redes que le imprimen cambios a las relaciones de colaboración.

En estas relaciones de colaboración, las empresas tienen claro que no generarán ciencia; “eso se lo dejamos a las escuelas”, dicen los ejecutivos tecnológicos; lo que les interesa es tener conocimientos y explotarlos económicamente. Las instituciones académicas, por su parte, encuentran en las empresas recursos financieros y problemas que los acercan a campos de conocimiento y a procesos de trabajo distintos a los suyos, además de que la relación con la industria facilitará a sus egresados colocarse en las empresas de la región.

El proceso de construcción de espacios de conocimiento ha llevado a la articulación de nuevos espacios centrados en actividades económicas regionales –regidas por nuevos criterios de competitividad–, y en los que se comparten referencias comunes que son un instrumento más en el proceso tecnocientífico de decodificación. En este sentido, la integración de redes regionales basadas en la confianza permite cada vez más el flujo de conocimientos y la integración de capacidades que incrementan la competitividad de las instituciones participantes. El fortalecimiento de las redes de innovación requerirá aprovechar todas las fuentes accesibles de conocimiento y experiencia, de ahí que las empresas procuren establecer –en escalas local, regional, nacional e internacional–, lazos de cooperación con otras empresas, con centros e institutos de investigación, con universidades, etcétera.

Conclusiones

La acumulación de capacidades tecnocientíficas derivadas de actividades de investigación y desarrollo en empresas, y de investigación en instituciones de educación superior pueden ser factores claves para establecer ventajas competitivas en empresas e instituciones de investigación y desarrollo en nuestro país. Sin embargo,

para que el proceso de acumulación ocurra se deben combinar cuatro elementos. Primero, los senderos de acumulación establecidos por cada una de las empresas y los patrones de transferencia de las instituciones de educación superior que trazan los esquemas de cambio tecnológico; éstos varían de acuerdo con las fuentes de aprovisionamiento tecnológico en el caso de las empresas, con los requerimientos de los usuarios en el de las instituciones de educación superior, y con los mecanismos de apropiación en los dos casos. Segundo, el desarrollo de los marcos institucionales en los que se insertan los diferentes tipos de tecnologías. Tercero, el contexto regional, nacional e internacional que ha influido en el desarrollo tecnológico y la innovación de las diferentes instituciones; y cuarto, la posibilidad de estas instituciones para establecer puentes de significado entre los productores y los usuarios de la tecnología, en primera instancia dentro de su propia institución y después en otras con las que está relacionado, pues sólo en los casos en que estos puentes están bien trazados se puede aprovechar la tecnología desarrollada.

Para lograr un cabal aprovechamiento de las capacidades acumuladas se necesita desarrollar procesos de decodificación tecnosimbólicos donde los espacios de conocimiento sean los lugares privilegiados (confianza, referencias compartidas, valoración positiva de los resultados, tiempos adecuados), en la medida en que se presentan referencias comunes entre las instituciones ubicadas en la misma región. En este sentido –en el campo de las ciencias y la tecnología–, sistemas, subculturas y tradiciones corresponden a prácticas y legados culturales específicos, plasmados en las capacidades de los agentes y en los entornos materiales, simbólicos y organizativos propios de cada campo científico y tecnológico. Dichas prácticas y entornos, al igual que los modos característicos de innovación y estabilización de las ciencias y tecnologías modernas, se distinguen fundamentalmente por su carácter *tecnocientífico*, es decir, por prácticas y entornos en los que intervienen e interactúan conjuntamente la elaboración de aparatos conceptuales y teóricos precisos y la producción y el uso de sofisticados artefactos y procedimientos tecnológicos (Medina, 2003). Las mismas tecnologías constituyen sistemas complejos de artefactos y técnicas que se han generado y estabilizado en el contexto de prácticas y entornos teóricos y materiales de carácter científico.

De esta manera, las actividades tecnocientíficas que hacen posible acumular capacidades tienen un doble papel: por un lado son en sí mismas agentes decodificadores que permiten traducir información en conocimiento útil, y por otro, para que esta labor de traducción

tenga éxito, deben estar adaptadas a los esquemas referenciales inscritos en las trayectorias tecnosimbólicas de las empresas, instituciones de educación superior, y de las regiones en donde se encuentran ubicadas.

Bibliografía

- BELL, M. y K. PAVITT
1995 "The development of technological capabilities", en I. Haque, ed., *Trade, Technology and International Competitiveness*, The World Bank, Washington.
- CASAS, ROSALBA, REBECA DE GORTARI y MARÍA JOSEFA SANTOS
2000 "The building of knowledge spaces in Mexico. A regional approach networking", en *Research Policy*, núm. 29, pp. 225-241 [Amsterdam].
- DOSI, GIOVANNI
1982 "Technological paradigms and technological trajectories", en *Research Policy*, núm. 11, pp. 147-162.
- DUTRENIT, GABRIELA
2000 *Learning and Knowledge Management in the Firm*, Edward Elgar Publishing Firm, Londres.
- DUTRENIT, GABRIELA, ALEXANDRE O. VERA-CRUZ y ARGENIS ARIAS NAVARRO
2003 "Diferencias en el perfil de acumulación de capacidades tecnológicas en tres empresas mexicanas", en *El Trimestre Económico*, vol. LXX (1), núm. 27, enero-marzo, pp. 109-165.
- FIGUEIREDO, P. N.
2002 "Learning processes features and technological capability-accumulation: explaining inter-firm differences", en *Technovation 22* vol. 22, núm. 11, noviembre, pp. 685-698.
- MEDINA, MANUEL
2003 "Tecnociencia, retos y modelos", disponible en <http://ctcs.fsf.ub.es/prometheus21/>.
- SANTOS, MARÍA JOSEFA
2001 "Espacios de conocimiento en las telecomunicaciones mexicanas", en Rosalba Casas, coord., *La formación de redes de conocimiento*, Instituto de Investigaciones Sociales-Universidad Nacional Autónoma de México/Anthropos, Barcelona.
- SANTOS, MARÍA JOSEFA y TERESA MÁRQUEZ
2003 "Trayectorias y estilos tecnológicos. Propuestas para una antropología de la tecnología", en Carmen Bueno y María Josefa Santos, coords., *Nuevas tecnologías y cultura*, Universidad Iberoamericana/Anthropos, México.
- SANTOS, MARÍA JOSEFA y REBECA DE GORTARI
2003 "De contactos a redes: la construcción de redes de conocimiento a través de la formación de recursos", en Matilde Luna, coord., *Itinerarios de conocimiento: formas dinámicas y contenidos*, Instituto de Investigaciones Sociales-Universidad Nacional Autónoma de México/Anthropos, Barcelona.
- TIDD J., J. BESSANT y K. PAVITT
1997 *Managing Innovation. Integrating Technological, Market and Organization Change*, Other Wiley Editorial Officers, West Sussex.