

ESTRATEGIAS PARA LA COMERCIALIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO: LAS PRÁCTICAS DE UN CENTRO DE I+D EN MÉXICO

REBECA DE GORTARI RABIOLA / MARÍA JOSEFA SANTOS CORRAL*

RESUMEN

En México, como en otros países, un conjunto de fuerzas sociales, económicas y políticas se han combinado para empujar a las universidades y centros de I+D a transformarse y adquirir formas más dinámicas de administración de sus programas de investigación y de los contactos y redes establecidos con las empresas. En este trabajo se muestra los cambios que estos centros han sufrido bajo la influencia tanto de presiones internas como externas. Estas incluyen nuevos paradigmas para la investigación, el crecimiento de la comercialización y administración del conocimiento y su reestructuración, como resultado del incremento de un conjunto de políticas e instrumentos científicos y tecnológicos. Así como también de la evolución de las propias actividades de investigación y de las necesidades económicas de las regiones donde se localizan estos centros.

Con ese propósito, se analiza la trayectoria de un centro de I+D, a partir del cual se muestra cómo se adaptaron sus actividades a las nuevas condiciones externas y cómo han redefinido su relación con la sociedad y las empresas. Dichas transformaciones han contribuido a transformar los marcos de referencia de los centros y su personal debido a las presiones de los fondos externos y de los usuarios como de las especificidades que plantea la investigación.

PALABRAS CLAVE: CENTROS I+D – COMERCIALIZACIÓN – CONOCIMIENTO – SPIN OFF, EMPRESARIALIDAD

INTRODUCCIÓN

Existe un creciente consenso internacional sobre la importancia del conocimiento y del aprendizaje como el motor central del crecimiento de la economía. Esta línea de pensamiento considera que las empresas y la investigación y desa-

* Investigadoras del Instituto de Investigaciones Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México. Correo electrónico: <rabiela@servidor.unam.mx>; <mjsantos@servidor.unam.mx>.

rrollo constituyen la base principal del conocimiento. La contribución de los centros de investigación y desarrollo a la economía, y el prestigio que han alcanzado, hace que éstos generen cada vez más rasgos comerciales otorgándole a la investigación un lugar clave en la dirección de la economía del conocimiento.

El cambio hacia una producción más intensiva de conocimiento y de investigación es una característica que define a las economías industriales a partir de la década de 1990. Cambio que, además, ha conducido a los gobiernos a poner en práctica políticas para apoyarlos. Esta situación ha traído consigo no solamente controversias en cuanto al papel de los centros de I+D, sino también en el desarrollo de sus habilidades para asumir este nuevo papel. En este sentido, como lo señala Casalet (2000a), el proceso de reforma de estas instituciones no es lineal. Las nuevas estructuras organizativas se construyen atendiendo al fomento de interacciones dinámicas entre empresas y centros de investigación. Todo esto en un contexto en el cual la cooperación interinstitucional responde a la necesidad de las empresas de hacer más eficiente la utilización de sus recursos tecnológicos para adaptarse a las demandas del mercado.

Consecuentemente, el propósito de la investigación se integra cada vez más y se consolida alrededor de la instrumentación de un fuerte discurso económico y racional de apoyo a la competitividad. Éste se ha combinado con una tendencia gubernamental hacia la reducción del gasto público en materia de inversión en este rubro, y de presiones sobre una administración más efectiva sobre los recursos. Como consecuencia, las estructuras existentes y los sistemas de investigación de las instituciones de I+D se modifican y se reestructuran para atender a los nuevos requerimientos.

En este trabajo, entonces, abordaremos primero: el contexto del cambio que sirve de marco metodológico para inscribir el análisis de los centros de I+D. En la segunda parte, nos referimos al proceso de reestructuración, considerando el caso del Centro de Investigación y Asistencia Tecnológica del Estado de Querétaro (CIATEQ), a partir de la conjugación de las políticas de ciencia y tecnología, los cambios en el entorno y de su evolución interna. En la tercera sección, analizamos el surgimiento de nuevas prácticas institucionales como resultado de las nuevas funciones que han asumido los centros.¹

¹ Para documentar la trayectoria del CIATEQ, las investigadoras realizaron visitas cortas de trabajo de campo a este Centro en distintos momentos a lo largo del período comprendido entre 2000 y 2005. En esas visitas se entrevistaron a distintos actores, tales como el director del Centro, los subdirectores y los coordinadores de los proyectos. También se obtuvo material documental de los proyectos y del funcionamiento del Centro. Por otro lado, se ha documentado la situación de los centros de I+D del estado de Querétaro y de algunas empresas de la región.

EL CONTEXTO DEL CAMBIO DE LOS CENTROS: MARCO METODOLÓGICO

Para argumentar nuestro trabajo, nos apoyamos en aquellos autores que han identificado un conjunto de transformaciones en el sistema de investigación en términos de las relaciones entre las instituciones científicas y tecnológicas, el gobierno y la industria.

Desde los primeros años de la década de 1980, se ha impulsado la cooperación industria-academia para establecer planes y programas que ayuden a construir puentes entre los dos actores con el objetivo de participar en los mercados globales. Desde entonces, se han impulsado políticas de I+D y los organismos encargados, como el CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología), han contribuido a fundar centros de investigación para la colaboración con las empresas. Estas iniciativas han desarrollado la empresarialidad en los campos de la ingeniería y la ciencia a través de centros interdisciplinarios con socios en los sectores privados en nuevas tecnologías como materiales, óptica y ciencias cognitivas. Quienes han denominado este proceso como *capitalismo académico* consideran que la comercialización de la investigación conlleva a que las instituciones sean más responsables frente a la influencia del mercado. Facilitando de este modo su adaptación y supervivencia e identificando beneficios como el acceso a fuentes de apoyo a la investigación y a un amplio rango de talentos desde el sector privado; lo que conlleva un desarrollo más rápido y transferencia de productos útiles para la sociedad. Para Slaughter y Rhoades (2004), el capitalismo académico constituye un nuevo modo académico de producción que no ha reemplazado al viejo, pero que coexiste con él, y que continúa siendo el principal lugar para la educación de graduados y no graduados. Para algunos autores estas iniciativas han dado lugar al fenómeno de la empresarialidad de la academia (Etzkowitz, 2003) o la industrialización del sistema científico de investigación (Kleinman y Vallas, 2001), a través del nuevo énfasis que se le ha dado a la comercialización y la transformación del conocimiento (Merle *et al.*, 2003). Estas iniciativas, en conjunto, implican tanto su comercialización (dictado de cursos, servicios de consultaría, actividades de extensión) como la transformación del conocimiento (obtención de patentes, licencias, creación de empresas de estudiantes y facultades). Pero también, se utiliza para describir una variedad de formas a través de las cuales los académicos comercializan los conocimientos que producen, o para describir el proceso de un académico que inicia una empresa para comercializar una investigación. Más recientemente, el término ha adquirido dos nuevas dimensiones. De una parte, se ha presentado como una habilidad que las instituciones pueden desarrollar. En el ámbito de los centros de I+D se refiere al amplio rango de mecanismos y de

la creación de una nueva infraestructura de soporte para fomentar dicho proceso al interior de las organizaciones. Por otra parte, se refiere a las capacidades desarrolladas para transferir y empaquetar al conocimiento como producto o a través de la transferencia de conocimiento tácito.

El nuevo papel asignado por las nuevas políticas ha implicado entonces, un considerable proceso de reestructuración del sistema de investigación: por una parte, regulador, con énfasis en el uso de instrumentos financieros y por otro institucional, a partir de la reestructuración y establecimiento de nuevas prácticas. Ambos pilares han sido erigidos para reorientar el sector de investigación en aras de revitalizar el sistema de innovación y la creación de una infraestructura que pueda facilitar y soportar la comercialización de la investigación básica.

EL SISTEMA SEP-CONACYT: UN SISTEMA LOCAL CON DEMANDAS GLOBALES

Existe un consenso general en la literatura de la innovación sobre las características locales y acumulativas del proceso innovativo. En este sentido, los cambios regionales en las nuevas áreas que aparecen ligadas al mercado internacional y el desarrollo de una infraestructura de servicios de investigación y asesoría tecnológica para las empresas conforman nuevos contextos de interacción entre éstas y las instituciones públicas y privadas de I+D. Tales intercambios construyen la base de un tejido capaz de coordinar, gestionar e innovar desarrollos geográficos, sociales y productivos (Casalet, 2000b). Esto supone que las firmas demandan productos que van desde servicios puntuales como el control de calidad hasta proyectos que implican la modernización tecnológica de las plantas productivas, por un lado; y por otro lado, que los centros de investigación desarrollen estructuras flexibles que les permitan atender estas demandas.

Los centros agrupados dentro del sistema SEP-CONACYT (Secretaría de Educación Pública-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología)² presentan varias ventajas. En principio, poseen una ubicación descentralizada que en muchos casos coincide con las demandas tecnológicas regionales. En segundo lugar poseen una misión múltiple que contempla, con distintos acentos, al menos tres actividades: investigación, desarrollo tecnológico y formación

² Las capacidades de I+D en México se desarrollan en un conjunto de instituciones, que incluyen: las universidades públicas y autónomas de los estados, la red de tecnológicos regionales, el sistema de centros SEP-CONACYT (conformado por centros científicos, tecnológicos y de ciencias sociales) y los sistemas del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV), y los institutos federales de investigación (Casas y Luna, 2001).

de recursos humanos. Por último, poseen una infraestructura flexible que posibilita una gran variedad de actividades que van desde servicios muy puntuales hasta proyectos de desarrollo tecnológico.

El sistema SEP-CONACYT está integrado por 27 instituciones: diez centros de investigación en ciencias naturales y exactas, ocho centros en ciencias sociales y humanidades y nueve centros de desarrollo tecnológico.

El subsistema tecnológico surge de la iniciativa de empresarios y de académicos que previeron la conveniencia de apoyar el desarrollo de la industria, particularmente de aquella localizada en algunas regiones. De estas iniciativas algunas tuvieron eco en los gobiernos locales y recibieron subsidios; por otra parte, para allegarse del conocimiento se buscó el apoyo de las instituciones académicas, principalmente universidades públicas (Zubieta y Jiménez, 2003).

En los centros del subsistema tecnológico se desarrollan líneas de investigación aplicada específicas para el sector productivo, además de ofrecer consultoría y servicios a muy diversos sectores industriales, tales como: la industria del petróleo, el calzado, la curtiduría, la industria metalúrgica y metalmecánica. A diferencia de los otros dos subsistemas, el tecnológico busca proporcionar a la industria ventajas comparativas basadas en la adaptación y transferencia de tecnologías, así como en la propia innovación, principalmente en cuanto al desarrollo de maquinaria, equipos, procesos y sistemas.

Un aspecto clave de estos centros es su capacidad de establecer redes de cooperación tecnológica, dentro y fuera del sistema, con otras instituciones de educación superior con firmas, y con organizaciones políticas para capacitar recursos humanos y desarrollar proyectos que pueden abrir oportunidades en el sector productivo.

En el caso de Querétaro, podemos encontrar una concentración y combinación de centros y departamentos en un sector industrial de gran demanda en la región: el de materiales. Así, por ejemplo, existen tres centros pertenecientes al sistema SEP-CONACYT que fueron creados en épocas distintas; el CIATEQ es el más antiguo y fue creado en 1978, el CIDESI (Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial) en 1987 y el CIDETEQ (Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica) en la década de 1990.

El primero cuenta con un área de tecnología de materiales y está dirigido sobre todo al sector de metalmecánica y metalurgia; el CIDESI cuenta entre sus objetivos el desarrollo de la microelectrónica y los nuevos materiales, y el CIDETEQ se orienta más al área electroquímica. Existen también otros centros públicos y universidades públicas y privadas trabajando en áreas relacionadas con la temática de materiales.

Para atender las nuevas demandas de las empresas en un contexto de globalización, el conjunto de estos centros ha fortalecido sus laboratorios de servicios y abierto nuevas áreas que ayudan a las empresas a responder a los procesos de reconversión industrial en un marco de competitividad distinto, adaptando su aparato administrativo para contribuir al desarrollo y comercialización de los bienes y servicios que ahora demanda la industria.

El proceso de transformación estructural y operativa de estos centros ha implicado varias acciones. Por un lado, una reingeniería de su organización a partir de una estructura distinta conformada por grupos de investigación en áreas que incluyen temas de la industria metalmecánica. Por otro, un enfoque de mercado con el objetivo de que el personal adquiera una perspectiva sobre las necesidades tecnológicas de los nuevos sectores industriales a atender, de manera de identificar las áreas más promisorias, así como de otras que carecían de demandas en sus servicios de investigación. Por último, ha requerido una mayor eficiencia del aparato administrativo (De Gortari, 2001).

LA REESTRUCTURACIÓN DEL CIATEQ EN EL CONTEXTO DE LOS CENTROS DE I+D

Las estructuras establecidas en los centros de I+D han sido modificadas a lo largo de los años, a partir del aprendizaje y la adaptación a las políticas nacionales, a las demandas del entorno nacional e internacional, así como a su propia evolución.

El CIATEQ es un centro especializado en el campo de la metalmecánica, ubicado en el corredor industrial del centro de México (Estado de Querétaro). Se constituyó a fines de 1978 como una asociación civil dedicada al desarrollo de maquinaria, equipo, procesos y sistemas para la industria. Fue creado con la participación del CONACYT, los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial (LANFI) y nueve empresas de la industria metal-mecánica de la región. Los objetivos del CIATEQ —constituir una institución orientada hacia la solución de los problemas de la industria— no se han transformado, sino que se acentuaron a partir de 1994, cuando se cambió el esquema *technology push* al de *market pull*. El CIATEQ se fundó con un esquema horizontal para atender a varias empresas en el área metal-mecánica, en particular de bienes de capital. Sin embargo, a partir de la apertura económica y posteriormente de la globalización, los esquemas empezaron a cambiar. Desde entonces, han tenido que adaptarse al nuevo contexto que demanda altos volúmenes de producción y a un mercado más diversificado —cambiando incluso su nombre al de Centro de Tecnología Avanzada. De

manera que el centro tuvo que ampliar su oferta y pasó de apoyar exclusivamente al sector de bienes de capital para algunas empresas localizadas en la región al desarrollo de productos genéricos de mayor valor tecnológico y económico. Como consecuencia, ha logrado reposicionarse en la escala de estándares internacionales, lo que lo distingue de otros centros.

En 1997, con el objetivo de que los centros del sistema SEP-CONACYT se vincularan más con las empresas, se seleccionó a cuatro centros para realizar una revisión (basada en el análisis de la línea de productos y servicios, mercados, fortalezas y debilidades de cada unidad de negocios, indicadores de desempeño, fuentes de ingreso y misión de cada centro) con financiamiento del Banco Mundial. El objetivo era poner en práctica un esquema piloto para rediseñar los centros y orientarlos hacia el mercado. Se partía de la elaboración de un plan de negocios, replanteando las líneas de trabajo, las unidades, la estructura, y las estrategias de los centros seleccionados. En el caso del CIATEQ, ya tenían adelantado de alguna manera el camino, pero este ejercicio les ayudó para mejorar la eficiencia y seleccionar mejor su mercado, elegir sus nichos y elaborar un sistema maestro manejado electrónicamente para la planeación y control de los proyectos.

Financieramente, el centro, para fines de la década de 1990, generaba cerca del 50% de su presupuesto. Además, contaba con esquemas y procedimientos para incentivar la participación de los investigadores en los proyectos realizados con las empresas.

Como lo mencionaban sus directivos, al principio empezaron a llegar proyectos de consultoría y de servicios muy pequeños, que fueron fortaleciendo la relación con las empresas hasta que las mismas pasaron a depender del centro para la solución de sus problemas tecnológicos. De esta forma, se llegó a establecer una relación cada vez más madura y duradera que dio como resultado el desarrollo de una estructura comercial, tecnológica y de soporte que se ha ido adaptando a la demanda y a los cambios del contexto.

A diferencia de otros centros en donde se establecieron oficinas de vinculación o de transferencia, aquí se partió de la necesidad de vender conocimiento para resolver problemas tecnológicos. Pero, en la medida en que se reconocía que el conocimiento no se puede empaquetar, se postulaba que “quien conoce técnicamente el problema es el que puede convencer al empresario de que él va a resolver su problema”. Para ello era necesario interactuar directamente, con el fin de generar un proceso de confianza, entre el empresario (quien eventualmente sería el cliente) y el investigador (que conoce y/o ha desarrollado el producto). Este proceso requiere tiempo y un acercamiento de tipo personal, cuando menos en una etapa inicial. Esta característica ha sido central en la actividad del CIATEQ (Rubio, 1998).

Por otra parte, si bien se desde fines de la década de 1990 se estableció un plan de negocios, la interacción o la definición y el desarrollo de los mercados han estado sujetos a las circunstancias del contexto más que ser parte de un programa estratégico. Como señalaba el actual director de Tecnología de Materiales:

La explicación de cualquier línea de trabajo o desarrollo de clientes ha estado basada en un desarrollo del proveedor con CIATEQ, satisfactorio para ellos; es decir, que no ha sido parte de un plan muy elaborado, sino que ha sido más bien circunstancial, y que ha dependido en gran medida de situaciones y relaciones entre la gente que ha habido en un cierto momento (Alcántara, 1998).

Acordes con estas nuevas formas de operar, pero al mismo tiempo para atender a su pertenencia al sistema SEP-CONACYT, el CIATEQ ha tenido que responder de manera permanente a una doble lógica de funcionamiento que se sitúa entre lo académico y lo empresarial, entre ellas la lógica de evaluación. Es decir, aquella establecida por las políticas científico-tecnológicas que obedece a criterios académicos fundamentalmente, medidos en términos del número de doctores, de su pertenencia al SNI (Sistema Nacional de Investigadores), número de publicaciones, etcétera.

Esta lógica surgió de una evaluación institucional interna, dirigida a incentivar el desempeño personal y de sus resultados en relación con la consecución de proyectos con la industria. Se pasó de la mera consideración del monto de los contactos a la evaluación del nivel de los remanentes obtenidos de los proyectos —porcentaje de facturación— eficiencia y tiempos, nivel técnico, calidad, relación costo-beneficio. En el fondo se trataba de ir introduciendo criterios requeridos para la comercialización de la investigación. Todo ello fue conduciendo a poner en práctica la norma ISO 9000, con la idea de que el centro fuera más eficiente, evitar el doble manejo de información y el uso de referencias obsoletas. Al mismo tiempo, se trataba de evitar que el centro se convirtiera en un elemento de mercadotecnia para poder competir y obtener mejores contratos con las empresas. A partir de la apertura económica, este tipo de normatividad y la certificación de los laboratorios se han convertido en requisitos para poder interactuar con las empresas que exportan.

Desde el 2004, con el propósito de orientar los esfuerzos hacia un proceso sistemático de planeación tecnológica, el CIATEQ ha puesto en práctica un modelo de gestión tecnológica para fortalecer la competitividad. De manera paralela, y retomando la idea de las nuevas funciones y de que las universi-

dades y centros de I+D deben contribuir a resolver los problemas de la sociedad, se puede inscribir el proyecto de desarrollo de metodologías para medir la trascendencia e impacto social, tecnológico y económico de los proyectos realizados que ha puesto en práctica este centro.³

En síntesis, a lo largo de estos años, el CIATEQ ha logrado integrar un conjunto de capacidades que se derivan de su proceso de inserción, primero con las empresas de la región y, después, con empresas de otras zonas pero del mismo sector metal-mecánico al que ha estado enfocado. Estas capacidades que comenzaron a construirse desde su creación permitieron, mediante el apoyo del financiamiento del Banco Mundial, rediseñar el centro y reorientarlo hacia el mercado. Otro factor que contribuye en este proceso es el hecho que desde la década de 1990, el centro genera casi el 50 por ciento de sus recursos. La estructura administrativa y operativa facilita también los procesos de colaboración en varios sentidos. Primero, porque las evaluaciones y los incentivos del personal dan importancia a su capacidad para trabajar en proyectos industriales. Segundo, porque a diferencia de otros centros, en el CIATEQ no se desdeña el trabajar en servicios concretos, pues por el contrario, saben que éstos pueden ser una puerta de entrada para proyectos de mayor envergadura. Tercero, la estructura de vinculación se basa en que los propios coordinadores de proyectos son quienes negocian la venta e implementación con la empresa.

Otros factores que facilitaron que las capacidades acumuladas por el centro pudieran ser transferidas al sector industrial mexicano y extranjero fueron la certificación de sus laboratorios y el sistema de telecomunicaciones e informática desarrollado por el centro —que como se verá más adelante, constituyó un recurso clave para el desarrollo de un gran proyecto tecnológico.

³ En el 2003, por ejemplo, se inició la medición en una muestra de proyectos cuyo impacto fue el siguiente: en un proyecto que se realizó para una empresa de autopartes se contribuyó a reducir el rechazo del 35% al 9%, ocasionando una reducción de costos de 3 millones de pesos mensuales. Debido al alto porcentaje de rechazo, la empresa estaba en peligro de desaparecer (una empresa del mismo giro desapareció debido a sus problemas de calidad); por lo cual, el proyecto también contribuyó a preservar 700 empleos. Adicionalmente, con el proyecto tres personas lograron un grado académico: uno de doctor, dos de maestros y tres de licenciatura; se publicaron tres artículos internacionales y uno nacional, se trabajó en alianza con cinco instituciones y se formó una red alrededor del tema. En otro proyecto para la industria del transporte se elaboró un paquete tecnológico que incluye: desarrollo tecnológico, plan estratégico, proceso de manufactura e instalación. Este paquete contribuyó a generar tecnología propia con lo cual se evitaron importaciones por 140 millones de pesos. Por otra parte, el proyecto contribuirá a crear una empresa que, se estima, generará cerca de 50 millones de pesos anuales y dará empleo a 60 ingenieros y técnicos.

LA ADMINISTRACIÓN EN LOS DEPARTAMENTOS

La reestructuración de CIATEQ, al igual que la de otros centros de I+D, se ha visto permeada por lo que algunos autores han denominado el modelo corporativo de administración, basado en la organización del sector privado que ha sido adoptado desde hace algunos años en México. Es el mismo modelo que afecta cada vez más al sector público y del cual no están exentos los centros, las IES (instituciones de educación superior) y los diferentes organismos de quien dependen.

A partir de mediados de la década de 1980, se puede hablar del modelo corporativo de administración sin abandonar el modelo académico (flexible, balanceado, plural, entre disciplinas y con una universidad central con funciones coordinadas y unidades básicas). En la organización interna de los centros, ambos modelos siguen primando. Existen una diversidad de patrones que depende de contextos locales (factores locales, científicos y de las políticas) y una variedad de estructuras y estilos de administración.

En la medida en que este tipo de modelos no está tradicionalmente asociado al trabajo de los departamentos, estructuras y prácticas académicas, en general se encuentran en continuo proceso de desarrollo. En el caso del CIATEQ, a diferencia de otros centros, lo que ha posibilitado una administración más efectiva de la investigación y de comercialización del conocimiento ha sido la combinación de una estructura que combina lo corporativo con lo académico. Además, ésta se ha construido con la participación de la comunidad del centro. Sin embargo, en la relación con las instancias gubernamentales los resultados no han sido similares debido a que han puesto en práctica un modelo corporativo de administración apoyado en un sofisticado sistema de regulación y de rendición de cuentas que controla a la comunidad científica y su uso de los recursos financieros.

DESARROLLO INTERNO DE LA INVESTIGACIÓN Y LAS ÁREAS DE ESPECIALIZACIÓN

La investigación y las áreas de especialización, además de su desarrollo natural, se han visto favorecidas también por factores externos; en particular por el rápido intercambio de información y la facilidad de los contactos y de intercambio de conocimiento desde el crecimiento de las TIC, que han traído consigo la ampliación de los proyectos científicos y tecnológicos, pero también la intensificación de la competencia que se ha extendido al ámbito internacional. De tal manera que, actualmente, la integración y el trabajo de los equipos ya no se hace de manera secuencial o incrementando las colaboraciones, sino en paralelo y en territorios virtuales. En donde además, se compar-

te la administración a través de grupos de investigación y de estructuras, y de la coordinación y administración de la infraestructura tecnológica, que se extiende también hacia las empresas. Debido a que en algunas áreas se ha producido un reciente incremento en la complejidad y costo de la infraestructura, la administración y coordinación ya no puede estar centralizada. Este fenómeno se complementa con la búsqueda de las empresas multinacionales de departamentos y centros de I+D para ampliar sus capacidades tecnológicas, como veremos en algunos ejemplos de alianzas y de servicios entre el CIATEQ con otras empresas y también con otros centros de investigación.

CAMBIOS EN LAS PRÁCTICAS INSTITUCIONALES

Como mencionamos anteriormente, los centros de I+D, por su pertenencia al sistema SEP-CONACYT, deben responder a las políticas nacionales de ciencia y tecnología en relación con su desempeño, rendición de cuentas y con un conjunto de medidas. Al mismo tiempo, han tenido que modificar sus prácticas institucionales para atender al contexto, en particular a las necesidades de las empresas, con el fin de dar soporte a los procesos de comercialización de sus actividades.

Así, se puede observar cómo han comenzado a desarrollar sistemas internos que comprenden actividades para administrar contratos de investigación, de protección intelectual, negociación de licencias y de apoyo a empresas independientes. En el caso del CIATEQ, a través del análisis de dos ejemplos, uno de un *spin off* y otro de una *joint venture*, se puede entender cómo se ha organizado este proceso internamente, en qué nuevas prácticas se apoya, y reconstruir la trayectoria de la administración y comercialización del conocimiento.

EL CENTRO DE INGENIERÍA AVANZADA DE TURBOMAQUINARIA (CIAT)

La apertura comercial y la liberalización de la economía incentivaron la búsqueda de proveedores externos de las grandes empresas en México. En ese proceso, General Electric (GE) entre diferentes alternativas, identificó las capacidades tecnológicas del CIATEQ. Entre éstas se contaban las capacidades desarrolladas en el manejo de internet (en 1997 eran nodo RTN) y su capacidades en la telemática. Por otro lado, también se valoró la especialización que el centro disponía en el diseño de turbinas.

Así, después de que GE hizo un amplio y minucioso examen del Centro, se dio inicio a un proyecto bajo un nuevo esquema, que se denominó “exportación virtual por internet”. Fue definido como “un servicio de base tecnoló-

gica de alto valor agregado". Bajo este esquema, los ingenieros del Centro se enfrentaron con la mejora de equipos ya existentes en las empresas extranjeras. Por otra parte, en el mediano o en el largo plazo, la experiencia que adquirieran redituaría en la obtención de diseños propios. En un inicio, el CIATEQ contó con un grupo de 70 especialistas orientados a exportar el producto de su trabajo, dedicado mayoritariamente a turbinas de vapor y gas.

El enlace con la empresa se hizo vía internet, e incluyó al conjunto del proceso, desde la adquisición de una orden de compra hasta la entrega de resultados de los diseños modificados. En este sentido, uno de los propósitos de la empresa era reducir los costos de ingeniería y acelerar la producción.

La forma en que trabajaban con la empresa se hizo bajo el concepto de proyectos, que constaba generalmente de cinco fases: solicitud del proyecto, orden de trabajo en México, instalación de la información en un servidor, desarrollo o procesamiento de datos (con *hardware* o *software* de alto rendimiento) y, finalmente, entrega de resultados.

El objetivo básico era desarrollar ingeniería para equipos ya existentes, con el fin de mejorar algún aspecto de su operación. De esta manera, la empresa proporcionaba la información completa de una turbina, como los materiales, especificaciones y planos, entre otros, y ésta se transmitía vía electrónica para ser almacenada en servidores de archivos. Una vez que se definían las adecuaciones requeridas, el grupo de especialistas mexicanos realizaba su labor con sistemas de cómputo. Al final, los planos y las especificaciones del nuevo diseño se devolvían por la misma vía.

Para que el CIATEQ pudiera ser contratado por la empresa trasnacional se requirió que tuviera servidores de gran desempeño y enlaces de internet a alta velocidad, además de estaciones de trabajo adecuadas. Adicionalmente, también hubo que entrenar a su personal en el manejo de estos sistemas.

Después de varios años de trabajo conjunto, y como parte de la estrategia del centro de impulsar e incubar en un proceso de paulatino desprendimiento de empresas de ingeniería, se fundó el Centro de Ingeniería Avanzada de Turbomaquinaria (CIAT) (*Investigación y Desarrollo*, 2002). Actualmente, es un centro de investigación en diseño mecánico de turbinas reconocido en el ámbito mundial, constituido por alrededor de 450 personas. La mayoría del personal son ingenieros y técnicos calificados que a la fecha ya se desprendió totalmente del CIATEQ.

Un *spin off* como el anterior, se ha convertido en una alternativa para la comercialización de la tecnología de muchos centros públicos de investigación. Para ello necesitan del desarrollo de nuevas estructuras y prácticas de administración y de soporte interno, al mismo tiempo que de políticas públicas y de una inversión de largo plazo.

LA ALIANZA CON LA KENTUCKY REBUILD CORPORATION

Como mencionamos antes, muchas empresas internacionales, ante la imposibilidad de generar internamente toda la tecnología y reducir costos, establecen acuerdos de cooperación a través de mecanismos como las alianzas tecnológicas entre empresas y centros de investigación. La Kentucky Rebuild Corporation (KRC) y el CIATEQ establecieron un convenio para constituir una *joint venture* con el propósito de ofrecer servicios de reconstrucción mecánica (*rebuild*), modernización electrónica (*retrofit*) y remanufactura de máquinas herramientas para los mercados mexicano y sudamericano. La primera fase de esta alianza comenzó en julio de 2001 con el entrenamiento y capacitación del grupo de ingenieros del CIATEQ para asimilar la tecnología y metodología de trabajo, en las instalaciones de KRC en Kentucky. Allí se ubica el núcleo encargado de supervisar y entrenar a la fuerza de trabajo en México (KRC, 2002).

Estas modalidades de alianzas son mecanismos que permiten complementar las capacidades de innovación de las grandes empresas, además que tienen un fuerte contenido estratégico, en la medida en que complementan sus capacidades a partir de la gestión de recursos materiales, humanos y de información con aquellos centros y empresas con las que se establecen. Los resultados de dicha alianza son: reducción de precios en los servicios comparados con los de empresas extranjeras entre el 20 y 30%; ahorros entre el 40 y 50% por la remanufactura de una máquina sobre una nueva y del 60 a 70% sobre su modernización o reconstrucción; además de la actualización de la maquinaria para evitar paros por mantenimiento o por falta de refacciones obsoletas.

En gran medida, esta alianza tecnológica, además del respaldo de la infraestructura del Centro, está apoyada en la experiencia del personal del CIATEQ con la industria nacional. Ello ha quedado demostrado en la ampliación de los servicios hacia los reportes de la condición de la máquina a adquirir o reconstruir y a la búsqueda de máquinas usadas o confiables, como hacia los servicios de asistencia en campo para diagnóstico, asistencia y reparación.

A MANERA DE CONCLUSIÓN

El análisis del proceso de construcción de capacidades que ha seguido un centro como el CIATEQ muestra la manera de cómo se integran conocimientos susceptibles de apoyar la modernización y competitividad de las empresas del sector metal-mecánico.

Como hemos visto, el CIATEQ es un centro que ha asumido un rol activo como resultado tanto del proceso de reestructuración del sistema científico

y tecnológico en México, de las políticas industriales para atender la demanda del entorno externo por un lado, e interno por otro a partir de su reestructuración y del establecimiento de nuevas prácticas. En ese sentido, ha desarrollado un sistema para la comercialización y transformación del conocimiento que lo diferencia de otros centros de I+D. A partir de estructuras organizacionales innovadoras, establece puentes entre la industria y la academia de manera efectiva. Como los señalan Dietz y Bozeman (2005), el CIATEQ ha logrado cambiar sus marcos de referencia, a medida en que aumenta su contribución tecnológica y desarrolla un enfoque comercial de sus actividades, cambiando la naturaleza de sus funciones.

En el caso de este centro, no obstante, se ha logrado establecer un balance entre la centralización y la descentralización interna de las actividades, apoyado en el diseño de incentivos acordes con las necesidades de vinculación del centro, más que con los criterios establecidos para los grupos de investigación académicos del sistema de investigación mexicano. El CIATEQ, prácticamente desde 1994, ha trabajado en la construcción de una comunidad de aprendizaje que ha logrado ser reconocida e incentivada. Esta comunidad de aprendizaje ha crecido a lo largo de los años no sólo internamente, sino que ha logrado extenderse a otras entidades del país.⁴ El proceso de transmisión de capacidades se sostiene en prácticas que recuperan relaciones formales e informales. En cuanto a relaciones formales se pueden mencionar: empresas de base tecnológica generadas en el centro, investigación en colaboración, contratos de investigación, desarrollo de derechos de propiedad, patentes, protección de diseños, bases de datos, capacitación avanzada, etcétera.

Junto a la multitud de relaciones formales se han establecido miles de contactos informales que apoyan el proceso y las redes de base personal entre el centro y las empresas. Estos contactos informales y flujos de capital humano si bien son caminos de intercambio de conocimiento entre empresas e investigación difíciles de cuantificar, en muchos casos han sido catalizadores de los contactos formales.

En suma, el CIATEQ representa un ejemplo de centro de I+D que nos muestra que la transferencia de conocimientos no se reduce a la acumulación de capacidades, sino que se necesita además cambiar las prácticas de administración y operación para lograr que éstas se constituyan en un recurso de competitividad que ayude a las empresas a participar en los mercados locales y globales. Estas prácticas han estado modeladas por una concepción no lineal de la vinculación que implica el romper esquemas tradicionales, por lo

⁴ El CIATEQ cuenta con cuatro unidades e instalaciones: en Querétaro, Aguascalientes y San Luis Potosí, además de una oficina de representación en Villahermosa, Tabasco.

menos en México. Un ejemplo de ello, es el establecimiento de alianzas tecnológicas y comerciales con empresas como las analizadas en este artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Casas, R. y M. Luna (2001), "Espacios emergentes conocimientos en las regiones hacia una taxonomía", en R. Casas (coord.), *La formación de redes de conocimiento. Una perspectiva regional desde México*, Anthropos/IIS, pp. 35-78.
- Casalet, M. (2000a), "The Institutional matrix and its main functional activities supporting innovation", en Cimoli, M. (comp.), *Developing Innovation Systems*, Londres y Nueva York Continuum, pp. 109-124.
- (2000b), "Descentralización y desarrollo económico Local. Una visión general del caso de México", Proyecto CEPAL /GTZ "Desarrollo económico local y descentralización en América Latina", Santiago de Chile. Disponible en: <<http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/5/6065/lcr1974e.pdf>>.
- CIATEQ (2003), video corporativo, CD.
- (2000), video corporativo, CD.
- CONACYT (2003), CIATEQ-AC. *Centro de Tecnología Avanzada. Anuario 2003*. Centros Pùblicos de Investigación.
- De Gortari, R. (2002), Impacto de la demanda empresarial en los centros de investigación y desarrollo, *Nueva Antropología*, 18, (60), pp. 89-100.
- (2001), "Complementariedad y conocimiento compartido en el campo de las materiales en México", en Casas, R. (coord.), *La formación de redes de conocimiento. Una perspectiva regional desde México*, Anthropos/IIS, pp. 298-353.
- Dietz, J. S. y B. Bozeman (2005), "Academic careers, patents and productivity: industry experience and scientific and technical human capital", *Research Policy*, 34, (3), pp. 349-367.
- Etzkowitz, H. (2003), "Research groups as 'quasi firms': the invention of entrepreneurial university", *Research Policy*, 32, (1), pp. 109-121.
- Investigación y Desarrollo (2002), Tecnología mexicana para turbinas, *Investigación y Desarrollo. Periodismo de Ciencia y Tecnología*. Disponible en <<http://www.invdex.com.mx/antiguos/Agosto2002/index2.html>>.
- Jacob, M., M. Lundqvist y H. Hellsmark (2003), "Entrepreneurial transformation in the Swedish University System: the case of Chalmers University of Technology", *Research Policy*, 32, (9), pp. 1555-1568.
- KRC (2002) "The Shop Rag", disponible en: <<http://www.kyrebuild.com>>.
- Lee Kleinman, D. y S. P. Vallas (2001), "Science, capitalism and the rise of the 'knowledge worker': the changing structure of knowledge production in the United States", *Theory and Society*, 30, pp. 451-492.

- Rubio, F. (2002), *El nuevo proyecto de ciencia y tecnología*, CONACYT.
- Slaughter, S. y G. Rhoades (2004), *Academic capitalism and the new economy. Markets, State and Higher Education*, Baltimore, The John Hopkins University Press.
- Wolfe, D. A. (2004), *Innovation and Research Funding: The Role of Government Support. Program on Globalization and Regional Innovation Systems*, Centre for International Studies, University of Toronto.
- Zubieta J. y J. Jiménez (2003), “Acercamientos entre academia e industria: el futuro de la vinculación”, en Santos, María Josefa (coord.), *Perspectivas y desafíos de la educación, la ciencia y la tecnología*, México, IIS-UNAM, pp. 271-334.

Entrevistas

Miguel Ángel Alcántara, marzo de 1998.

Felipe Rubio, noviembre de 1998.

Artículo recibido el 27 de abril de 2006.
Aceptado para su publicación el 4 de agosto de 2006.