

Análisis de la gestión tecnológica de los Centros de Investigación del Instituto Politécnico Nacional: el caso del CIITEC¹

MARÍA DEL PILAR PÉREZ/BRYAN VILCHIS*

RESUMEN: Ante el proceso de cambio tecnológico de la última década, las empresas tienen la necesidad de incorporar en forma creciente nuevos conocimientos en la producción de bienes y servicios para competir en los mercados internacionales. En este contexto las universidades tienen el reto no sólo de fortalecer su presencia en sí misma, sino también la necesidad de revisar su vínculo con la sociedad, sobre todo en el caso de países como México. El propósito de este documento es analizar los centros de investigación del Instituto Politécnico Nacional (IPN), particularmente el caso del Centro de Investigación e Innovación Tecnológica (CIITEC). Este centro se relaciona de manera directa con la industria y a diferencia de otras instituciones sus proyectos se realizan específicamente para ésta. La fórmula del CIITEC desde la formación misma del centro (resulta de la fusión de entidades con experiencias previas de vinculación y la participación de personal con experiencia en la industria) debe retomarse, pues las demandas de los empresarios no siempre requieren del desarrollo de fronteras. Finalmente, el caso del CIITEC muestra el tránsito de una organización de procesos de investigación y desarrollo basados en la experiencia de su personal hacia la formalización de los mismos sin dejar de lado su papel de vaso comunicante con la industria.

Introducción

El proceso de cambio tecnológico, junto con el proceso de globalización e integración económica, en las últimas décadas se ha caracterizado por una velocidad y magnitud inéditas que han trastocado todos los ámbitos de la actividad humana. Sin embargo,

¹ Una versión de este documento fue presentado en el X Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica (Altec), celebrado en la Cd. de México en octubre de 2003, y en el Seminario Internacional Territorio-Industria Tecnología, celebrado en Puebla en mayo de ese mismo año. Este trabajo es parte de los resultados obtenidos del proyecto de investigación CGPI20020420. Los autores agradecen el apoyo proporcionado por el Instituto Politécnico Nacional y, en especial, al personal del CIITEC las facilidades proporcionadas para la realización de este proyecto.

* Profesora del CIECAS, egresada de la ESE.

los beneficios de estas transformaciones han sido para aquellos países que estuvieron “preparados” para desarrollar las nuevas tecnologías, entre ellos Estados Unidos, Alemania, Japón y recientemente Corea.

Una de las consecuencias es que las empresas han debido incorporar nuevos conocimientos a la producción de bienes y servicios para competir en los mercados, por lo que ha aumentado la relación entre el sector académico y productivo en la ejecución de proyectos de Investigación y Desarrollo (ID). Por ende la evolución de las nuevas tecnologías influyó determinadamente en la forma como se iba desarrollando la ciencia y la tecnología en las universidades, trastocando su función, por lo que ha surgido la necesidad de aprender a gestionar la tecnología para fortalecer la cooperación con su entorno.

Dada la importancia de lo señalado anteriormente, en este documento se analiza el caso del proceso de gestión tecnológica del Centro de Investigación e Innovación Tecnológica (CIITEC) del IPN, debido a que su misión primordial es la innovación y la vinculación con el sector productivo, quien se relaciona de manera directa con la industria y sus proyectos se realizan específicamente para ésta.

Para lo cual este trabajo se divide en cuatro secciones, en la primera se aborda el marco de referencia de la relación empresa-academia; en la siguiente se habla de la situación prevaleciente en México y las características de los centros de investigación; posteriormente se abordarán las características imperantes en el IPN y por último los resultados del análisis del caso CIITEC.

Marco de referencia de la relación empresa-academia

Las relaciones entre la academia y el sector productivo comprenden un conjunto de actividades encaminadas a producir bienes y servicios y son resultado de convenios, decisiones, alianzas, cooperaciones y acuerdos entre organismos del sector productivo, y las universidades y los Centros de Investigación (CI). En estas relaciones intervienen un grupo de instituciones que buscan establecer nexos entre necesidades y oportunidades.

La relación empresa-academia ha evolucionado. Antes del siglo XIX en sus orígenes y primeras expresiones, la industria no se relacionaba con la ciencia, las innovaciones eran producto de la actividad práctica cotidiana que realizaban los artesanos y empresarios, quienes ligados al objeto de trabajo introdujeron mejoras en las máquinas-herramientas. A fines del siglo XIX se da un viraje, creciendo los estímulos a inventores para encontrar nuevas formas de utilizar la electricidad, la máquina de vapor, el transporte y la comunicación, es decir, la ciencia se vincula cada vez más a la industria. (López, 1997:26-51).

Así, la ciencia emerge como una fuerza productiva, donde las grandes empresas son capaces de contratar investigadores que introducen constantes innovaciones. La investigación científica se convierte en una actividad fundamental para la creación y desarrollo de nuevos productos, no es más la actividad del científico solitario, sino una actividad organizada. (Freeman y Soete, 1997:37-39) Estos cambios implicaron nuevos desafíos para las universidades y los centros de investigación públicos y privados, los cuales empiezan a ejercer de forma creciente la función de generadores de conocimiento.

En América Latina, la situación difirió considerablemente, pues como afirma Sagasti (1981:208) “en los países latinoamericanos la mayor parte de la investigación se realiza en las universidades [...] pero existe el problema del divorcio de éstas respecto del sector productivo”.

Se debe tener en cuenta que las experiencias de colaboración con la industria no se dieron de manera espontánea, sino como consecuencia de la madurez y la consolidación de las diversas etapas del desarrollo institucional. No obstante, construir el puente entre la investigación y el sector productivo es una tarea difícil, debido a los intereses contrapuestos de ambos lados. Sin embargo, existen diferentes niveles y dimensiones de estas barreras que se presentan en el cuadro 1 de manera resumida.

Cuadro 1
Tipos de barreras en la relación empresa-universidad

Tipo Barrera	Características	
	Empresas	Universidad
Estructurales	<ul style="list-style-type: none"> * Buscan que los proyectos sean de corto plazo. *Confidencialidad. *La empresa demanda el control escrito de presupuestos y plazos. 	<ul style="list-style-type: none"> *Considera una oportunidad para rebasar las fronteras del conocimiento, aplicable o no. *Objetivo de divulgación de la academia. * Es presionada a buscar recursos.
Motivaciones	<ul style="list-style-type: none"> *Suspiciona y desconfianza al interpretar erróneamente las intenciones de la vinculación. * Suelen pensar que sólo la investigación hecha en casa tiene valor. * Los empresarios dudan de la utilidad que pueda tener el conocimiento de la academia. 	<ul style="list-style-type: none"> * Suspiciona y desconfianza al interpretar erróneamente las intenciones de la vinculación. *Suelen pensar que sólo la investigación hecha en casa tiene valor. * Los investigadores renombrados siempre están ocupados.
Procedimiento	<ul style="list-style-type: none"> * Distancia física y psicológica entre ambos sectores. *La tendencia a importar tecnologías y la percepción de que la investigación universitaria es poco apacible. 	<ul style="list-style-type: none"> * Mercadotecnia inadecuada de los servicios universitarios. *Complejidad de los contratos de transferencia de tecnología. *Dificultad para integrar equipos de trabajo interdisciplinarios. * Distancia física y psicológica entre ambos sectores. * Inestabilidad de la universidad

Fuente: Elaboración propia con base en Solleiro “Gestión de la vinculación universidad-sector productivo”, 1994.

Por lo anterior, superar el dilema de la relación empresa-academia requiere de soluciones dirigidas a tres aspectos fundamentales: 1) enfoque sistémico, donde la implantación de acciones o estrategias tienen que considerar al conjunto de elementos que interaccionan y se retroalimentan constantemente; 2) concentración de esfuerzos en dominios estratégicos, debido a la magnitud y multiplicidad de problemáticas y la escasez de recursos, y 3) formas de organización de la investigación, la forma de operación y ejecución de la academia requiere la adecuación institucional que permita la realización de las actividades de vinculación.

Características de la relación universidad-empresa en México

En México, es hasta la década de 1960 que el gobierno percibe la necesidad urgente de contar con ciencia y tecnología propias ante los elevados pagos por la importación de tecnología, razón por la cual implanta varias medidas. Para ello crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) y los centros de investigación, a fin de establecer “brazos científico/tecnológicos” en sectores estratégicos. Sin embargo, en las empresas nacionales no existían planes de mediano y largo

plazo en materia científico/tecnológica que orientaran los perfiles y líneas específicas de investigación. (Álvarez, 1995:300)

Con la crisis de los años ochenta, la reestructuración industrial y la apertura económica, muchas empresas modificaron sus estrategias de negocios; aun así, sólo en algunas empresas y universidades se percibía la necesidad de vincular la academia con la industria. Además, existía cierta confusión en cuanto al papel de la industria y de las universidades. Por el lado de éstas, se temía los efectos políticos de la relación con la industria y por parte de las empresas se presentaban dos problemas: la carencia de directrices de planes tecnológicos, y la inexistencia de interlocutores que fungieran como enlaces. (Álvarez, 1995:303)

De esta manera, hasta principios de los ochenta, la capacidad de investigación se encontraba esencialmente en el sector público, principalmente en las universidades. Para finales de esa década la situación cambió; las universidades públicas habían creado vínculos con la industria para la investigación tecnológica y las universidades privadas habían realizado acciones de vinculación para la investigación y gestión tecnológica. (Álvarez, 1995:303-304)

Se puede concluir que en el acercamiento entre la universidad y las firmas en México intervinieron varios elementos: *a)* condiciones estructurales, como son el bajo gasto gubernamental en ID y la necesidad de alternativas económicas para el desarrollo tecnológico; *b)* condiciones institucionales, en el caso de la universidad se refieren a la búsqueda de prestigio institucional y a la difusión del conocimiento, y las empresas buscan la capacitación de recursos humanos, cubrir la carencia de especialistas y de infraestructura, acceder a la universidad como fuente de los conocimientos y continuar con experiencias previas de vinculación exitosa; y *c)* condiciones individuales, los investigadores se sienten motivados principalmente por su deseo de influir en la solución de problemas de la sociedad y de aumentar su prestigio; y los empresarios, por la atracción de la innovación y por sus nexos afectivos a la universidad. (Solleiro, 1994:404-405)

Características de los Centros de Investigación en México

En México existen alrededor de 281 centros e institutos de los cuales 18.8% se dedica a las ciencias exactas y naturales; 25.97% ciencias biológicas y de la salud; 25.97%

tecnología e ingeniería, y 25.97 ciencias sociales.² Al considerar los centros dedicados a actividades científico/tecnológicas, éstos suman 65 (Corona, 2000), de los cuales 80% de éstos se crearon entre los años setenta y noventa, en particular en los sexenios de López Portillo (20%), Salinas (18.46%), Echeverría y Zedillo (15.38%) y De la Madrid (10.76%).³

Por lo anterior, se puede afirmar que la institucionalización de la investigación científica y tecnológica en México es relativamente reciente en comparación con otros países. El crecimiento explosivo de CI plantea dudas acerca de cuales fueron los factores que motivaron el surgimiento de éstos, y si el hecho de que pertenezcan a las universidades, al sistema SEP-Conacyt y/o empresas privadas, responden a la demanda del mercado o al avance de la ciencia.

Del mismo modo se observa cierta concentración de los CI tecnológica en la región Querétaro/Bajío, seguida de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM). El tamaño de los centros (por el número de personal), que en la mayoría de los casos es pequeño, y el tipo de servicios que ofrecen se concentra en *software* e informática, servicios tecnológicos, consultoría, tecnología, calidad y normas, administración y diseño, y capacitación para mantenimiento industrial. Al analizar las redes en las que participan los CI con su entorno, se observó que Monterrey es el polo de innovación que muestra un mayor nexo con empresas, CI y universidades, seguida de Ensenada que cuenta con vínculos en instituciones del extranjero y Guadalajara que se relaciona más con las empresas. En cambio en la ZMCM la vinculación es principalmente con organismos gubernamentales. (Corona, 2000:68-70)

Características de los Centros de Investigación del Instituto Politécnico Nacional

Las actividades de investigación y desarrollo tecnológico en el IPN están ligadas al momento mismo de su fundación (1936), principalmente en las áreas médico/biológicas y electromecánica. Esta actividad ha evolucionado conjuntamente con la investigación científica y tecnológica en México y es en los sesenta y setenta cuando se da un ordenamiento y apoyo decidido a la misma. En los noventa la capacidad de investigación del IPN se convierte en motor fundamental de desarrollo.

En su primera etapa, la investigación en el Politécnico adquirió un carácter complementario, sin contar con una identidad definida ni con recursos, y es gracias a la dedicación de profesores comprometidos con la investigación y a los esfuerzos de la administración que se creó el Patronato para el Fomento de Actividades de

² Elaboración propia, *Base de datos de los Centros e Institutos de Investigación en México*, CIECAS-IPN, 2003.

³ Hasta 1997, Corona 2000; a partir de 1998 elaboración propia.

Alta Especialización Docente (PAED) que otorgó becas de posgrado para realizar tanto estudios dentro del país como en el extranjero. En 1967 se crea la Comisión de Operación y Fomento de Actividades Académicas (COFAA) que asume las funciones del PAED, ampliándolas y diversificándolas para promover la formación de recursos humanos calificados y contribuir a la solución de problemas científicos y tecnológicos mediante el apoyo a la investigación; en este mismo tenor, en ese período el IPN establece diversos convenios con instituciones y organismos (la ONU y la UNESCO, entre otros) con el propósito de reforzar sus programas de formación de ingenieros a nivel de posgrado y fortalecer áreas como matemáticas, física, ciencias biológicas, computación, administración y tecnología industrial. En la década de los setenta se inicia un programa de descentralización de la investigación que da como resultado el establecimiento de centros multidisciplinarios en lugares estratégicos del país. La investigación fue apoyada de diversas formas, destacando la canalización de recursos asignados paralelamente al propio instituto, ayudando a proyectos de investigación en los planteles que tradicionalmente realizaban esta función. En esta

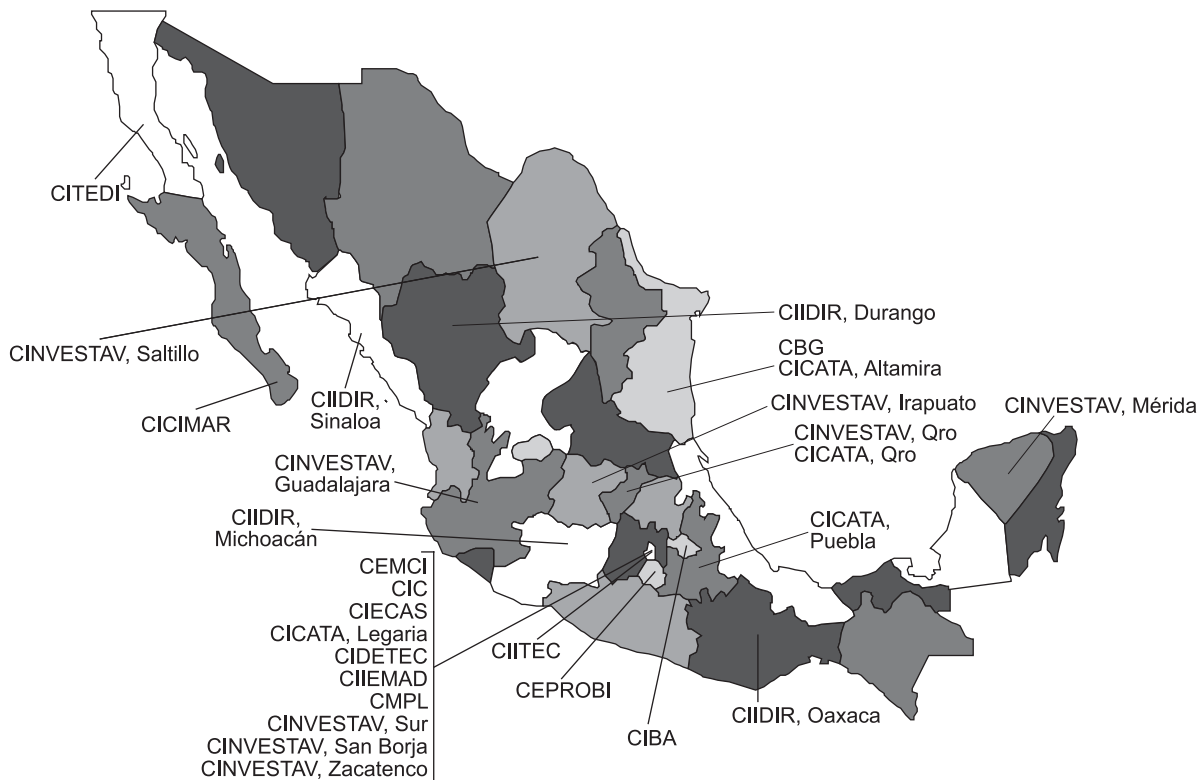
etapa surgen algunas iniciativas para comenzar algunas actividades de vinculación. (IPN, 1996:67-168)

En 1982, el Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV) inició su desconcentración y abrió varias unidades; también se crearon CI y se concretaron las áreas prioritarias de investigación en el IPN. Para el año 2000 se contaba con 312 miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y si se suman los 435 del CINVESTAV representan 10% del total nacional del SNI. (IPN, 2002:33-34).

No obstante, a pesar del esfuerzo, los resultados e impacto social de la investigación del Politécnico son aún insuficientes. Una causa de ello es la falta de coordinación y colaboración entre las diversas instancias de investigación; además, el esfuerzo entre los diferentes grupos se dispersa al no contar con un modelo de investigación que lo concentre, dando como resultado que la investigación responda más a percepciones particulares de grupos de investigadores o de autoridades, que a estrategias institucionales. (IPN, 2002:35)

En tanto que el crecimiento de los CI del IPN es desigual, e incluso en algunos casos no responden al marco de

Figura 1
Ubicación de los Centros de Investigación del Instituto Politécnico Nacional en la República Mexicana, 2003



Fuente: Elaboración propia con base en IPN, 2003

descentralización y regionalización para el que fueron creados, concentrándose sus funciones y actividades en el Distrito Federal y el área metropolitana, su misión y líneas de investigación en muchos casos no corresponden a las necesidades de los sectores en donde se ubican. Como puede apreciarse en la figura 1, los CI están concentrados en la ZMCM (40%), en los corredores industriales de Querétaro, Puebla, Jalisco, Altamira, Frontera Norte (29.6%), y el resto se encuentra distribuido en regiones con problemáticas diversas. Asimismo, no existe una articulación entre los CI y las secciones de posgrado e investigación de las escuelas. (IPN, 2002:38)

Por lo que respecta a la edad de los CI del instituto, la gran mayoría surgió en los noventa (58.8%), además, como se desprende del cuadro 2, se puede observar que la mayor parte de los CI del IPN se instauraron entre 1996 y 1997, aparte de la creación de unidades adicionales a centros ya existentes, como es el caso del Proyecto de Estudios Tecnológicos y Científicos (PESTYC) que se fusionó al CIECAS en 2002, verbigracia.

En la vinculación tecnológica, en los intentos iniciales de la década de 1970 predominaba el desarrollo de nuevas tecnologías, sobre todo en aquellas comunidades más consolidadas como CINVESTAV, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas; de las cuales emanaron los recursos humanos para los centros creados en los noventa.

Tabla 2
Centros de Investigación del IPN, 2003

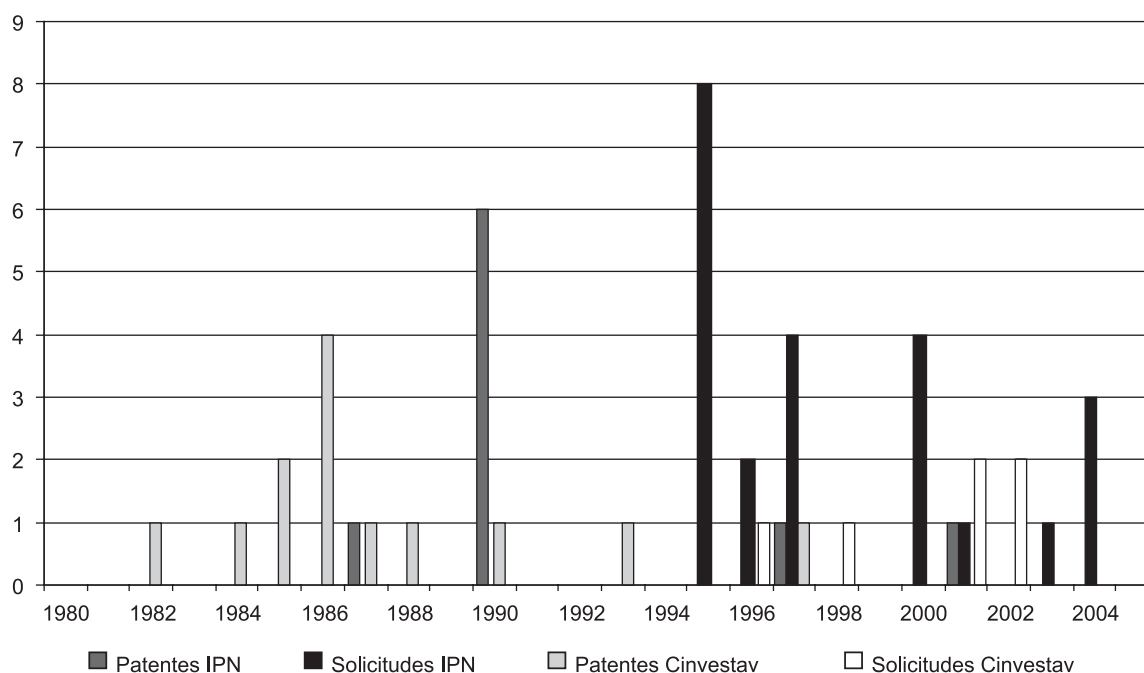
Organización	Fecha de creación
Centro Multidisciplinario de Competitividad Internacional (CEMCI)	Diciembre de 1998
Centro de Biotecnología Genómica (CBG)	Abril de 1999
Centro de Investigación en Computación (CIC)	Agosto de 1996
Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV)	Abril de 1961
Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en computación (CIDETEC)	Mayo de 1997
Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA)	Agosto de 1996
Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales (CIECAS)	Octubre de 1996
Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CIEMAD)	Octubre de 1996
Centro de Investigación e Innovación Tecnológica (CIITEC)	Julio de 1997
Centro Mexicano para la Producción más Limpia (CMPL)	Diciembre de 1995
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR)	Septiembre de 1976
Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital (CITEDI)	Abril de 1983
Centro Interdisciplinario de Desarrollo Integral Regional Durango (CIIDIR Durango)	Noviembre de 1979
Centro Interdisciplinario de Desarrollo Integral Regional Michoacán (CIIDIR Michoacán)	Abril de 1984
Centro Interdisciplinario de Desarrollo Integral Regional Oaxaca (CIIDIR Oaxaca)	Noviembre de 1983
Centro Interdisciplinario de Desarrollo Integral Regional Sinaloa (CIIDIR Sinaloa)	Junio de 1997
Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (CEPROBI)	Mayo de 1984
Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (CIBA Tlaxcala)	Septiembre de 2003

Fuente: Memorias del Instituto Politécnico Nacional, varios años.

En ese periodo se comenzó a trabajar en la articulación de las actividades de vinculación, sobre todo para aprovechar el potencial de los egresados que laboraban en la industria, para lo cual se adoptaron diferentes programas y medidas; aunque persisten rezagos, existe una fuerte inclinación a tener vinculación con el sector público, ejemplo de esto es que en 2002 se establecieron 135 actos jurídicos, de los que 66% fueron con el sector público, 23% con la iniciativa privada y 11% con el social, pues se requiere trabajar intensamente en promover la cultura de la protección a la propiedad intelectual, ya que en 69 años de existencia del IPN, el potencial tecnológico es muy reducido, las patentes concedidas al instituto en el ámbito nacional suman veinte, de las cuales es titular solamente 40% y sólo se comercializa una patente.⁴

Empero al revisar las solicitudes de patente se observa un crecimiento explosivo en los últimos años, de veintidós solicitudes de patentes nacionales, 85% pertenece al instituto y el resto corresponde al CINVESTAV (figura 2), aunque es necesario estudiar a qué se debió dicho aumento, si fue por el incremento de miembros del SNI o a los diversos estímulos implementados en el periodo. En cuanto a patentes internacionales, el IPN es titular de ocho, de las cuales cinco son del CINVESTAV (USPTO, 2003). No obstante, ninguna de ellas ha sido comercializada.

Figura 2
Patentes y solicitudes de patentes del IPN, 1980-2001



Fuente: Banapa, 2003

Gestión tecnológica en el CIITEC

El Centro de Investigaciones en Innovación Tecnológica (CIITEC) fue creado en 1997 y surge de la fusión del Centro de Tecnología (establecido en 1976) y del Centro de Productividad (fundado en 1989). El Centro de Tecnología funcionaba como dependencia de la ESIME, unidad Zacatenco, cuyo objetivo era reducir las importaciones de equipo y material tecnológico, y posteriormente apoyó a la iniciativa privada en investigación aplicada y desarrollo tecnológico. El Centro de Productividad, como dependencia de la ESIME, unidad Azcapotzalco, buscaba servir en la vinculación del sector industrial con el Politécnico, entre sus resultados se encuentran la evaluación en la fabricación de placas, calcomanías y autobuses urbanos de pasajeros.

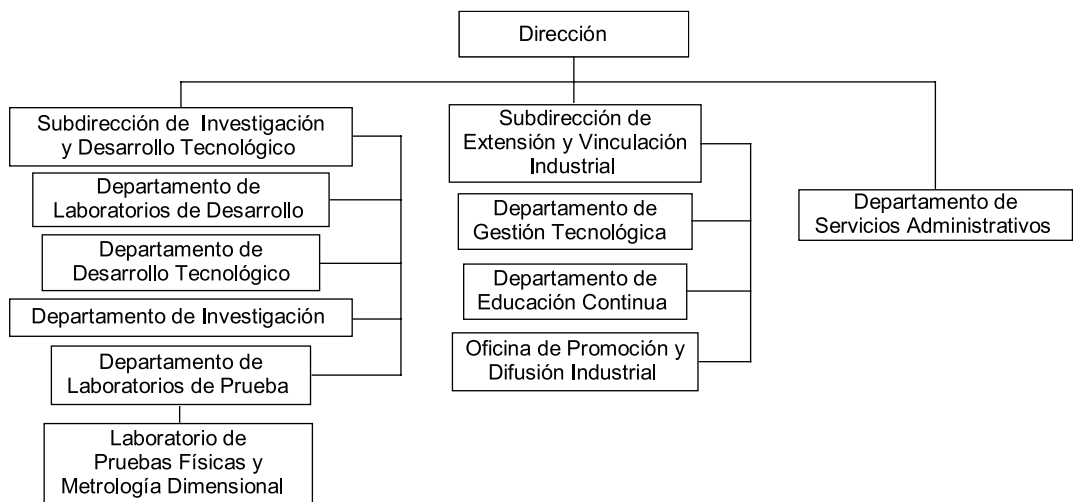
Las líneas tecnológicas del CIITEC son investigación y desarrollo tecnológico, diseño electrónico, diseño mecánico industrial, máquinas herramientas, investigación en transporte, laboratorios de servicio (control ambiental, metrología dimensional, pruebas físicas e intemperismo), estos últimos se añaden al centro por instrucciones de las autoridades, para lo cual tuvieron que aprender desde la compra de tecnología hasta los recursos humanos y el quehacer mismo del área.

⁴ La tinta indeleble usada en procesos de elección, la cual es exportada a algunos países centroamericanos.

Por gestión tecnológica se entenderá al conjunto de técnicas que permiten la identificación del potencial y problemas tecnológicos para la elaboración e implantación de planes de innovación y mejorar en organizaciones (Sollerio, 2001). Estas herramientas permiten conocer a las organizaciones su patrimonio tecnológico, la identificación de sus necesidades, la evaluación de las oportunidades de vinculación y el diseño e implementación de los mecanismos de prestación de servicios y transferencia de tecnología.

Así con el propósito de tener una visión panorámica del proceso de gestión del CIITEC se realizó una auditoría tecnológica, la cual buscó el registro y evaluó sistemático del potencial tecnológico de la organización, de forma tal que se asegure que la tecnología sea utilizada en forma eficaz para el logro de los diferentes objetivos del centro.

Figura 3
Organigrama del CIITEC



Fuente: Elaboración propia con base en información del CIITEC.

Se trata de un centro que desde su fundación tiene la perspectiva de trabajar con “visión empresarial”, lo que le ha permitido tener la sensibilidad para establecer comunicación directa con los empresarios y se ha traducido en una fuerte relación con sus clientes, factor crucial para comprender los requerimientos de los empresarios y tratar de adecuar los requerimientos institucionales.

Por lo anterior, es difícil establecer un patrón de ubicación de los clientes, pues aunque tienen de las zonas industriales vecinas (Vallejo, Tlalnepantla, Azcapotzalco, Ferrería y Naucalpan), también hay de Querétaro y Toluca. Incluso aunque el CIITEC ha buscado relacionarse con los empresarios de su entorno, como son la Asociación Vallejo y los Encuentros Empresariales organizados por ellos mismos, ante los excesivos reclamos y requerimientos de los industriales, manifiesta por un lado que para que este tipo de comunicación funcione se requieren cambios culturales en las empresas. Otro factor a considerar es que los contratos de mayor envergadura son con el sector gubernamental (Gobierno del Distrito Federal e Instituto Mexicano del Seguro Social).

Para realizar el análisis de la gestión tecnológica del CIITEC se llevó a cabo una *auditoría tecnológica* basada en la metodología propuesta por Marcovitch y Vasconcellos (1992) en la que se resaltan los diferentes niveles de las capacidades tecnológicas. Los niveles de análisis de la auditoría fueron: *a)* sensibilización para la tecnología; *b)* sintonía entre la estrategia tecnológica y la de la organización; *c)* integración entre ID con las demás áreas de la organización; *d)* anticipación de amenazas y oportunidades tecnológicas; *e)* adecuación de la estructura de ID; *f)* adecuación del sistema de información tecnológica; *g)* adecuación de los recursos para ID; *h)* nivel de adecuación de los sistemas de evaluación de la ID, e *i)* adecuación de las técnicas de gestión de tecnología. A continuación se presentan algunos de los resultados más importantes de dicho estudio.

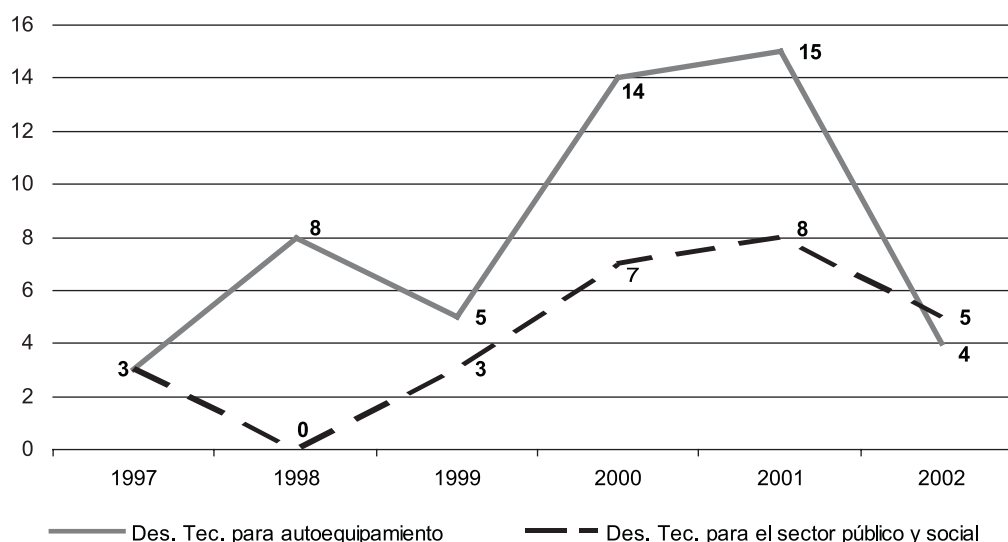
Respecto de la *sensibilización de la tecnología*, el centro tiene una fuerte conciencia del papel que la tecnología desempeña en su organización, pues como puede observarse en su organigrama, la mayor parte de su estructura se dedica a esta actividad. Ello como resultado

de la necesidad de efectuar su propio autoequipamiento, el cual incluyó la construcción y adaptación de los equipos, lo que tuvo un fuerte impacto en la configuración de la infraestructura de investigación con que cuenta el centro (véase figura 4). Del mismo modo, una peculiaridad del CIITEC es que pese a dedicar esfuerzos a la promoción de sus servicios, como son la asistencia a ferias y exposiciones, la mayoría de sus contratos provienen principalmente de empresarios que los recomiendan, personas que recurren a instancias como la Coordinación de Vinculación del IPN, por Internet o monitoreo de sus clientes.

En lo tocante a la *sintonía entre la estrategia tecnológica y la de la organización*, se han dado los primeros pasos en la conformación de un plan estratégico, para lo cual en 2001 se trabajó sobre un programa estratégico de desarrollo en el que se procedió a realizar un análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. La mayoría de las metas programadas están en función de los requerimientos institucionales, lo que ha implicado incongruencias con la capacidad del centro y las rigideces burocráticas. Aunque al interior la sintonía entre las estrategias de organización y el nivel de integración del área de ID con el resto es total, pues el centro se dedica por completo a la realización de proyectos, por lo que las estrategias y el esfuerzo están encaminados a ese propósito.

Al considerar la *integración entre ID con las demás áreas de la organización*, se puede afirmar que las actividades de investigación están poco articuladas a las áreas de vinculación y extensión, pues cuando se concreta un contrato, generalmente el área de investigación realiza la mayor parte de la negociación y en contadas ocasiones participa vinculación (pues depende de la magnitud y complejidad del contrato).

Figura 4
Evolución de los proyectos de desarrollo tecnológico realizados por el CIITEC



Fuente: Elaboración propia con base en información del CIITEC, 2003.

En cuanto a la *anticipación de amenazas y oportunidades tecnológicas*, las hay en dos dimensiones, por un lado se refiere a amenazas institucionales; la rigidez de los procedimientos está frenando por completo la actividad del centro (estimaciones del personal del centro afirman que están trabajando a 20% de su capacidad),⁵ tanto en la dirección y gestión de sus actividades como en los recursos que generan, por lo que al analizar la capacidad tecnológica de una institución deberían contemplarse este tipo de factores, pues provoca incertidumbre e inestabilidad, lo que se mencionó anteriormente como barreras de procedimiento. En este sentido, la instalación de universidades privadas cercanas al CIITEC aún no es percibida como una amenaza por el centro; sin embargo, estas instituciones han comenzado la difusión de sus servicios entre los industriales de la zona, quienes ante las dificultades para firmar contratos con el CIITEC probablemente opten por las instituciones privadas. El otro tipo de debilidad es la falta de documentación de sus actividades, la ausencia de formalización de la investigación en la elaboración de proyectos, pues el CIITEC ha desarrollado prototipos y diseños con posibilidad de patentar, aunque por predominar la cultura “a nosotros nos pagan por la solución” se ha desestimado lo vital de la propiedad intelectual.

⁵ Estimaciones a abril de 2003.

La *adecuación de la estructura de ID* en el caso del CIITEC es paradigmática porque con una plantilla de 65 personas, de las cuales 11 son investigadores, se generan en promedio de 7 a 12 millones de pesos,⁶ el presupuesto de 300 mil pesos que les asigna la Federación es regresado íntegro. Por ello han buscado alternativas para el autoequipamiento, como son las donaciones⁷ pues de lo contrario la totalidad de los recursos generados va a la hacienda pública.

Por lo referente a la *adecuación del sistema de información tecnológica*, el sistema de información que se maneja es incipiente, no se cuenta con biblioteca o centro de documentación, en las áreas de investigación tienen pequeños acervos de literatura técnica basados sobre todo en colecciones privadas del personal.

En la *adecuación de los recursos para ID*, gracias al autoequipamiento, la infraestructura es la apropiada; sin embargo, las limitaciones respecto de la contratación del personal dificultan retener o atraer personal que se forma en el propio centro. En la ejecución de los proyectos, éstos son frenados por las rigideces de procedimientos, pues para que un proyecto sea aprobado tarda de tres a seis meses,

Respecto del *nivel de adecuación de los sistemas de evaluación* de la ID, es interesante observar que la evaluación interna no existe, la forma de “evaluar” es a partir de la satisfacción del cliente por el producto entregado. Sin embargo, existen problemas en la concentración de funciones de algunos líderes de proyecto que, si bien se resuelven, han perjudicado en cuanto a la gestión de tecnología. Pues la participación de esta área es aún incipiente y su funcionamiento al interior está en proceso de consolidación, ya que, aunque prestan servicios al exterior (para tramitación de patentes y demás títulos de propiedad), es necesario reforzar esta actividad dentro del propio centro, pero al mismo tiempo mirar hacia el interior del mismo en la organización de la gestión de tecnologías.

Finalmente por lo que respecta a la *adecuación de las técnicas de gestión de tecnología*, se puede afirmar que, aunque han mostrado preocupación por los temas de

gestión tecnológica, el centro considera esto como servicio para ofrecer a los empresarios, empero poco se ha avanzado al interior del centro –pese a contar dentro de su estructura con un departamento– en la implantación de las técnicas de gestión tecnológica.

Una de las aportaciones del caso CIITEC es que para establecer un centro que dé respuesta a las necesidades de las empresas no requiere de grandes cantidades de personal, sino de organización de equipos inter y multidisciplinarios con experiencia en el ramo, ya que las necesidades de las empresas no siempre requieren de grandes desarrollos. Otro factor a considerar es el perfil de los investigadores, debido a que es personal con experiencia previa en la industria y que al incorporarse al centro consolida y fomenta un fuerte nexo con ésta (fungen como generadores de ideas y como enlaces).⁸

Conclusiones

El reto para las universidades es grande no sólo en cuanto al fortalecimiento de su presencia en sí misma, sino en lo que se refiere a su aportación y vinculación con la sociedad. Sobre todo en países como México, donde ante un sistema nacional de innovación fragmentado y débil, las universidades deberían de asumir el papel de catalizador de dicho sistema. Para lo cual es indispensable que las IES y los CI hayan transformado y adecuado sus instituciones para que la vorágine del cambio tecnológico esté acompañada de un conjunto de instituciones que impulse su desarrollo y no frene su desempeño como en el caso del CIITEC.

En el caso del IPN, persiste una serie de problemas que deben ser abordados, como son: realizar estudios de proyección y desarrollo regional de cada centro de investigación, así como la especialidad de éstos; explorar sistemáticamente la cobertura de investigación científica y tecnológica al resto del país y al ámbito internacional; contar con un catálogo real y actualizado de información de las potencialidades de vinculación con los sectores productivos y de servicios; poseer una política definida y un inventario de necesidades de vinculación; fomentar y consolidar el patrimonio tecnológico del instituto; y contar con nuevas estrategias y esquemas que hagan posible la interacción entre investigación científica y tecnológica y su adecuación a los requerimientos de la vinculación.

En cuanto al caso de estudio, es importante destacar que la fórmula del CIITEC, desde la formación del mismo centro (la fusión de entidades con experiencias previas de vinculación con personal experimentado) debe retomarse, pues las demandas de los empresarios no siempre requieren del desarrollo de tecnologías de frontera. Pero al mismo tiempo, es necesario contemplar

⁶ Cifras promedio entre 1999-2002, información proporcionada durante la Auditoría Tecnológica al CIITEC.

⁷ Debido a que no se pueden ejercer los recursos generados por el centro, las donaciones funcionan de la siguiente manera: CIITEC compra con los recursos autogenerador el material y equipo, pero para efectos de ingresar estos al centro el proveedor funge como “donante”.

⁸ En fechas recientes el CIITEC ha fortalecido las actividades de docencia por medio de la realización de especialización en y el doctorado conjunto con el CICATA en Desarrollo de Proyer.

desde la creación y ulterior desarrollo de cualquier CI, hasta el cuidado de incluir dentro de la organización la gestión de tecnologías para potenciar sus capacidades tecnológicas, su aprendizaje y su vinculación con el sector industrial.

Finalmente, es importante destacar que el caso del CIITEC muestra el tránsito de una organización de procesos de ID empíricos basados en la experiencia de los investigadores a procesos de investigación formalizados. De tal manera que permitan reducir los tiempos de ejecución de los proyectos, conservar su acervo tecnológico, renovar y conservar sus capacidades tecnológicas y ofrecer servicios y productos de mayor valor agregado, al mismo tiempo que consolidan sus áreas de investigación.

Bibliohemerografía

- ◆ Álvarez, J. (1995), “Experiencias de vínculos entre instituciones de educación superior, centros de investigación y desarrollo tecnológico y el sector industrial en México”, en Mulás del Pozo, P. (coord.), *Aspectos Tecnológicos de la Modernización Industrial de México*, Academia de la Investigación Científica/Academia Nacional de Ingeniería/Fondo de Cultura Económica.
- ◆ BANAPA (2003), *Base de Datos del Banco Nacional de Patentes*, México, Instituto Politécnico Nacional.
- ◆ Corona, L. (2000), “Centros de Investigación Tecnológica en México: características y desempeño”, IV Seminario Nacional Territorio-Industria-Tecnología, Memorias.
- ◆ Freeman, C. y L. Soete (1997), *The Economics of Industrial Innovation*, Pinter, Third Edition, Great Britain.
- ◆ Instituto Politécnico Nacional (1996), *Un joven de 60 años 1936-1996*, México.
- ◆ ———, (2002), *Programa de Desarrollo Institucional 2001-2006*, Instituto Politécnico Nacional, México.
- ◆ ———, *Memoria del IPN*, Varios Años, México.
- ◆ ———, (2003), www.ipn.mx
- ◆ ———, (2003), www.ciitec.ipn.mx Centro de Investigación para la Innovación Tecnológica.
- ◆ López, S. (1997), *La vinculación de la ciencia y la tecnología con el sector productivo: su perfil económico*, Universidad Autónoma de Sinaloa.
- ◆ Marcovitch, J. y E. Vasconcellos, (1992), “Técnicas de Planeamiento Estratégico para Instituciones de Pesquisa y Desenvolvimento”, en Centro de Innovación Tecnológica, Organización y Administración de Centros de Investigación Aplicada, Artículos Seleccionados, UNAM, México.
- ◆ Sagasti, F. (1981), “La universidad y el desarrollo de la ciencia y tecnología”, Sagasti, F., *Ciencia, Tecnología y Desarrollo Latinoamericano: Ensayos, Lecturas del Trimestre Económico*, 42, Fondo de Cultura Económica.
- ◆ Solleiro, J. L., (1994), “Gestión de la vinculación universidad-sector productivo”, en Martínez, E. (ed), *Estrategias, planificación y gestión de ciencia y tecnología*, CEPAL-ILPES/ UNESCO/ UNU/ CYTED-D/ Editorial Nueva Sociedad.
- ◆ ——— (2001), *Apuntes del Curso-Taller Gestión de la Innovación Tecnológica*, CI-UNAM, 2001.
- ◆ USPTO (2003), United States Patent and Trademark Office, www.uspto.gov.