

EL PAPEL DE LOS INSTITUTOS PÚBLICOS DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA EN EL APOYO A LA INNOVACIÓN INDUSTRIAL EN MÉXICO: EL CASO DE LOS CIT

Humberto Merritt Tapia

RESUMEN

Este trabajo analiza la actuación de los institutos públicos de investigación tecnológica en el proceso de innovación industrial en México. El estudio se enfoca de manera particular en los Centros de Investigación Tecnológica (CIT) del Sistema CONACyT, reportando los resultados de una investigación llevada a cabo entre 1999 y 2001 en siete centros de ese sistema. La evidencia empírica indica que los CIT contribuyen de forma importante al fortalecimiento de las capacidades tecnológicas de las empresas con las que establecen vínculos tecnológicos. Sin embargo, y al contrario de lo que reportan otros análisis, las contribuciones más fructíferas se dan con aquellas empresas que tienen un nivel intermedio de competencias tecnológicas

*Profesor investigador, tiempo completo, CIECAS-IPN. Profesor invitado, Departamento de Economía, UAM-Azcapotzalco.

(medidas a través de la existencia de un departamento interno de ingeniería o de investigación), mientras que las empresas que tienen un mayor nivel de competencia tecnológica frecuentemente encuentran la vinculación con los CIT de menor utilidad para sus actividades sustantivas.

Clasificación JEL: L300; L520; O140; O380.

Palabras clave: Centros públicos de investigación; sistemas nacionales de innovación; vinculación academia-empresa; innovación industrial; México.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el concepto de Sistema Nacional de Innovación (SNI) ha venido ganando importancia en la literatura dedicada al análisis económico del cambio tecnológico. Hoy en día es comúnmente aceptado que los SNIs juegan un papel muy importante en el proceso de innovación y aprendizaje tecnológico, tanto a escala nacional como a nivel regional (Lundvall *et al.*, 2002; Casalet, 2004; Fritsch y Stephan, 2005).

Dentro de los SNIs, una de las principales instituciones que han servido para apuntalar las capacidades industriales de innovación han sido los denominados Centros de Investigación Tecnológica (CIT). Estos institutos son ampliamente reconocidos por su labor en el fortalecimiento de las capacidades tecnológicas de las empresas manufactureras, así como por su contribución a la difusión de nuevas tecnologías, las cuales sirven para consolidar la posición competitiva de las naciones (OECD, 1992; Adams *et al.*, 2000).

De acuerdo con Lundvall (1992), la incertidumbre derivada del propio proceso de innovación industrial y la importancia del aprendizaje industrial requieren de un mecanismo complejo y eficiente de comunicación entre las partes involucradas, especialmente cuando el intercambio de conocimiento tecnológico es tácito, pero difícil de codificar. A nivel institucional, los CIT, y en especial los CIT públicos, han desempeñado tradicionalmente un papel muy destacado en la realización de labores científicas y tecnológicas. En Estados Unidos los institutos dependientes del Departamento de Energía son mundialmente famosos por su contribución al notable avance tecnológico de ese país (Crow y Bozeman, 1998).

En un contexto más cotidiano, los CIT deben su amplio reconocimiento a una activa participación en la realización de actividades de Investigación y Desarrollo (I+D) bajo contrato, la provisión de servicios especializados de calibración, medición, análisis e información técnica, así como a la prestación de servicios de consultoría tecnológica y de entrenamiento especializado para el personal que labora en la industria manufacturera (Justman y Teubal, 1995).

Sin embargo, la evidencia empírica disponible indica que la mayoría de las empresas no considera a los CIT como su principal fuente de acceso tecnológico para emprender la realización de actividades innovadoras. En el caso de Italia, Pianta y Sirilli (1997: 362) reportan que solamente 9.3% de las empresas encuestadas (7,553) hicieron uso de los CIT para realizar sus actividades de innovación en 1994; y de ellas, solamente el 0.27% los consideró como muy importantes para la realización de dichas actividades. Una encuesta más reciente realizada en la Comunidad Europea señala que menos del 5% de las empresas innovadoras de Europa consideran la información obtenida de los CIT como determinante para la innovación (European Communities, 2001: 67).

En este respecto, Freeman (1992) ha señalado que los CIT tienden a jugar un papel relativamente menor como fuentes para la innovación, debido a que las empresas les conceden un mayor peso específico a sus fortalezas internas (ver cuadro 1). Aun así, estos datos se antojan paradójicos, en vista de los innumerables casos de contribuciones exitosas al cambio tecnológico y la innovación industrial que han realizado los CIT (Nath y Mrinalini, 2002).

Debido a las contrastantes circunstancias en las que se desenvuelven los CIT, su desempeño ha estado desde siempre envuelto en un agrio debate. Dando como resultado el incremento de las voces que piden el retiro de los subsidios gubernamentales a estos Centros, como una forma de mejorar su actuación (ver, por ejemplo, OECD, 1994; Banco Mundial, 1998). Sin embargo, el desconocimiento de los factores que inciden en la vinculación de los CIT con el sector productivo, ha llevado a muchos estudiosos del tema a proponer incluso medidas más radicales como la privatización de los CIT públicos. El argumento esbozado es que al dejar de depender del apoyo financiero gubernamental para operar, los CIT tendrán necesariamente que buscar contactos profesionales más estrechos con usuarios potenciales (Goldman y Ergas, 1997; Katrak, 1998; Nordin, 1998).

CUADRO 1
Principales fuentes utilizadas por las empresas para realizar innovaciones

Descripción de la fuente
Departamento interno de investigación, diseño y desarrollo
Experiencia obtenida en la producción y prueba de materiales y de control de calidad
Experiencia obtenida de la retroalimentación con los consumidores y clientes
Retroalimentación con contratistas y proveedores
Monitoreo de patentes y de otras fuentes de información científica y tecnológica
Reclutamiento de científicos e ingenieros
Contactos con universidades y facultades de ciencia e ingeniería
Contactos con CIT gubernamentales
Fusiones y adquisiciones empresariales
Alianzas estratégicas y operaciones conjuntas de I+D (<i>research joint ventures</i>)
Licencias para explotar innovaciones y acuerdos de transferencia de <i>know-how</i>
Otro tipo de fuentes no mencionadas anteriormente

Fuente: Freeman (1992: 178).

LOS CIT EN MÉXICO: EVIDENCIA Y FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Aunque en México existen muchos CIT que llevan bastantes años de operar, la información disponible sobre su utilización como fuentes para la innovación es casi inexistente. Aun así, dos referencias fueron ubicadas: la encuesta del CONACyT sobre la innovación en el sector manufacturero; y los datos reportados por Capdevielle, Corona y Hernández (2000) de la encuesta levantada por el Área de Gestión del Cambio Tecnológico de la UAM Xochimilco.

Los datos disponibles indican que la utilización de los CIT en México como mecanismos para la innovación es muy baja (Conacyt, 1998b: 107). De acuerdo con el CONACyT, la fuente más utilizada por las empresas innovadoras en México son los clientes, seguida de los proveedores y de la información obtenida en ferias y exposiciones, mientras que las universidades y los CIT ocupan los últimos lugares en importancia como fuentes externas, siendo usados por las empresas sólo un poco más que las patentes. En el caso de la encuesta de la UAM, Capdevielle y asociados confirman que los CIT, tanto gubernamentales como

universitarios, no son una fuente importante de conocimiento tecnológico para las empresas mexicanas (Capdevielle *et al.*, 2000: 74).

Aun y cuando la utilización de los CIT resulta ser muy inferior a lo esperado, su influencia para las empresas que sí acuden a ellos parece ser mucho más trascendente de lo que los propios datos señalan. Por ejemplo, Arundel y Geuna (2001) señalan que las empresas que utilizan los CIT buscan adquirir conocimientos tecnológicos tácitos o, por lo menos, un tipo de conocimiento tecnológico que no está todavía plenamente codificado.

En cuanto a los aspectos teóricos de la vinculación entre los CIT y la industria, Mowery (1983) reporta que oferta de los CIT para realizar I+D bajo contrato es afectada por dos factores: 1) el grado de especialización de los CIT en la realización de las distintas labores asociadas a la I+D, lo que se traduce en costos decrecientes por unidad de producto; y 2) el grado de interdependencia entre las distintas actividades de investigación y las demás funciones de la producción dentro de la empresa contratante. De acuerdo con Mowery, la probabilidad de que un CIT pueda atraer contratos de I+D con el sector productivo está en función de su eficiencia (mediante la generación de economías de escala), pero también en función de las propias capacidades tecnológicas de la empresa contratante y, por ende, de la propia industria en la que la empresa opera¹. En consecuencia —para Mowery—, los CIT sólo pueden establecer vínculos de colaboración efectivos con aquellas empresas que tengan capacidades tecnológicas avanzadas, del tipo señalado por Lall (1996). Lo curioso del caso es que este tipo de empresas también son, por lo general, las más grandes (OECD, 1992).

Sin embargo, una de las principales justificaciones para la existencia de los CIT ha sido la búsqueda del fortalecimiento de las capacidades tecnológicas entre las empresas más pequeñas (PyMEs). En México, esta justificación se ha traducido en la inclusión explícita de estos apoyos en el marco institucional de los CIT públicos (ver Conacyt, 2001: 41).

¹ Mowery aduce que los CIT tienden a complementar las capacidades tecnológicas de las empresas contratantes, cuando éstas cuentan con un área interna de investigación, pero cuando los clientes no tienen un departamento de I+D, éstos sólo tienden a contratar proyectos muy simples (Mowery, 1983: 366).

Por otra parte, los determinantes de la vinculación CIT-industria también han sido analizados por el lado de los incentivos que tienen las empresas para contratar I+D externamente. Por ejemplo, Audretsch, Menkveld y Thurik (1996) reportan que las empresas que subcontratan I+D a organizaciones como los CIT, tienden a complementar la investigación realizada internamente —a la Mowery—, pero solamente cuando están insertas en sectores de alta tecnología; mientras que las empresas en sectores de baja tecnología tienden a adquirir I+D externamente, para sustituir la ausencia de investigación interna². En este sentido, Gambardella (1992) señala que la creciente complejidad del conocimiento tecnológico en la industria farmacéutica, ha obligado a las empresas de ese sector a la diversificación de sus fuentes de información y conocimiento tecnológico, generando que el acceso a estas fuentes sea un factor cada vez más crítico para el éxito comercial de las empresas inmersas en esa industria.

Lo que estos estudios reflejan, en todo caso, es la falta de uniformidad en relación con los factores que determinan la vinculación CIT-industria. La evidencia empírica disponible no es concluyente con respecto al papel que juega el tamaño de la empresa, por ejemplo, ni tampoco con respecto a otros factores importantes como la especialidad sectorial o la antigüedad de la empresa.

Pero si la evidencia empírica en torno a los determinantes de la vinculación entre los CIT y la industria es contrastante para los países desarrollados, la información disponible para los países en desarrollo es casi inexistente. Desafortunadamente los datos disponibles para los países en desarrollo no permiten dilucidar este fenómeno de manera clara. Más aun, la escasez de información también afecta el conocimiento sobre el papel que desempeñan los CIT en el fortalecimiento de la infraestructura tecnológica de los SNI de estos países, siendo este último aspecto un tema que por lo general tampoco recibe la debida atención en las investigaciones relacionadas con el mismo (ver, por ejemplo, Justman y Teubal, 1995).

² Audretsch y asociados usan un enfoque de costos de transacción para discernir las causas que motivan la contratación de servicios externos de I+D por las empresas, encontrando que la especificidad de los activos productivos juega un papel muy importante en esta decisión, de tal forma que aquellas firmas con fuertes inversiones tanto en capital humano como en capital físico, tienen incentivos para realizar la investigación tanto interna como externamente, debido a las derramas esperadas de la vinculación con su entorno (Audretsch *et al.*, 1996: 521).

En vista de la falta de información empírica, especialmente en el caso de México, este estudio busca contribuir al conocimiento sobre el rol que juegan los CIT en el fortalecimiento de las competencias tecnológicas de las empresas situadas en el país, y de su contribución al desarrollo de la infraestructura tecnológica nacional, mediante su aportación tecnológica al Sistema Mexicano de Innovación. Con este fin se reportan los resultados de una encuesta aplicada en 2001 a 68 clientes de siete CITs del Sistema CONACyT. El punto de partida para este análisis fue que la provisión de servicios de apoyo para la industria (*i. e.*, servicios de calibración, análisis físicos y químicos de muestras, prueba de materiales, etc.) representa la vinculación más frecuente entre los CIT y las empresas; aunque la colaboración mediante proyectos conjuntos de I+D también muestra signos de tener una importancia creciente para el país (Vera-Cruz *et al.*, 1994; Dutrenit, 1996).

En el siguiente apartado se describe la metodología usada para el estudio de los siete CIT bajo investigación y los principales resultados obtenidos.

ASPECTOS METODOLÓGICOS Y PRINCIPALES RESULTADOS

Entre enero y octubre de 2001 se encuestaron 68 empresas que declararon ser clientes de alguno de los siete centros tecnológicos del Sistema CONACyT (CIT-SC)³. Una descripción más detallada de esta encuesta se encuentra en una tesis de investigación dedicada a analizar el comportamiento de los CIT-SC (Merritt, 2004). Los datos más importantes de la encuesta se reportan a continuación.

El 71% de las empresas encuestadas pertenecen al sector manufacturero y el 29% restante a los sectores de servicios y comercio. Aprovechando la adaptación que hicieron Dutrenit y Capdevielle (1993) de la taxonomía de Pavitt

³ Los centros tecnológicos del Sistema CONACyT son: CIATEC (en la ciudad de León); CIATEJ (en Guadalajara); CIATEQ, CIDESI y CIDETEQ (en Querétaro); CIQA y COMIMSA (en Saltillo). Casi todos estos centros fueron fundados en los años setenta y actualmente se enfocan a la atención de industrias específicas, por ejemplo, cuero y calzado (CIATEC); biotecnología y alimentos (CIATEJ); máquinas y herramientas (CIATEQ y CIDESI); polímeros (CIQA) e ingeniería y metalurgia (COMIMSA); sin embargo, los clientes de este último centro no pudieron ser incluidos en la encuesta.

para el caso mexicano, se pudo clasificar a los clientes de los CIT-SC, resultando que el 29% es “Dominado por el proveedor” (DP); el 35% “Intensivo en escala” (IE); el 3% “Basado en la ciencia” (BC); y otro 3% “Proveedor especializado” (PE). El tamaño de los clientes fue medido por el número de empleados, resultando que la mayoría de los clientes son pequeñas firmas (45.6%), seguidas de empresas grandes (32.4%) y sólo el 22% del total son compañías intermedias⁴.

Debido a que las capacidades tecnológicas tienden a jugar un rol crucial en la vinculación CIT-sector productivo (Bougrain y Haudeville, 2002), la encuesta buscó medir las capacidades tecnológicas de los usuarios de los siete centros, a través del tipo de facilidades técnicas existentes dentro de la empresa para la realización de actividades de I+D. Las condiciones consideradas fueron la existencia de un departamento de ingeniería y/o la de un área dedicada a la investigación dentro de las empresas encuestadas⁵.

Los resultados de la encuesta indican que existe una relación directa entre el tamaño de la empresa y su nivel imputado de capacidades tecnológicas. Es decir, entre más grande es la empresa, más facilidades técnicas tiene⁶. El cuadro 2 muestra el número de empresas que reportaron el tipo de facilidad técnica, desglosado por el tamaño de la compañía.

Como se observa en el cuadro 2, el 35.3% de las empresas encuestadas dijo no contar con ningún tipo de facilidad técnica, pero casi el mismo número de clientes dijo tener ambos tipos de facilidades técnicas (29.4%). Este dato demuestra que los CIT-SC tratan en mayor medida con los dos extremos del espectro de capacidades tecnológicas en las empresas manufactureras, lo cual parece incidir marcadamente en la efectividad de su desempeño. De acuerdo con Merritt (2004), esta amplia dispersión en las competencias tecnológicas de los clientes de los CIT-SC afecta de manera muy visible la eficiencia en el servicio proporcionado,

⁴ De acuerdo con el número de empleados, los clientes de los CIT-SC se clasificaron en: empresas chicas (1-100 empleados); medianas (101-250); y grandes (más de 250 trabajadores).

⁵ Este procedimiento se basó en la adaptación para el caso de los CIT-SC de la metodología propuesta por Goldman y Ergas (1997: 7-9).

⁶ La hipótesis nula fue establecida como: H_0 “el tamaño de la empresa no tiene relación con la existencia de un departamento de investigación o de ingeniería”. En ambos casos, la Chi cuadrada de Pearson resultó significativa al nivel del 5% (6.98 y 10.1, con dos grados de libertad respectivamente), permitiendo rechazar H_0 .

CUADRO 2
Número de empresas con facilidades técnicas, clasificadas de acuerdo con su tamaño

Tipo de facilidad técnica	Tamaño de empresa				
	Chica	Mediana	Grande	Total	(%)
Sin ningún tipo de facilidad	16	4	4	24	35.3
Solamente de ingeniería	8	3	6	17	25.0
Solamente de investigación	3	4	--	7	10.3
Ambas facilidades técnicas	4	4	12	20	29.4
<i>Total</i>	<i>31</i>	<i>15</i>	<i>22</i>	<i>68</i>	<i>100</i>

Fuente: Merritt (2004: 190).

limitando, en consecuencia, las posibilidades de explotar cualquier tipo de economías de escala en la operación.

La información obtenida de la encuesta sobre la distribución del tipo de facilidades técnicas entre los clientes de los CIT-SC, refuerza la hipótesis schumpeteriana de que el tamaño de las empresas manufactureras guarda una estrecha relación con su potencial de desarrollo tecnológico e innovador ⁷.

Con los resultados obtenidos, el continuo de competencias tecnológicas de los usuarios de los CIT-SC se puede visualizar como una función creciente del tipo de instalación técnica disponible, de tal forma que las empresas con facilidades de ingeniería o de investigación revelarían una capacidad tecnológica intermedia, y en los extremos estarían los otros dos tipos de usuarios.

Por otra parte, la valoración de la utilidad global de los CIT-SC por parte de las empresas encuestadas⁸ arroja que los CIT-SC son considerados, por la gran mayoría de sus clientes, como simplemente útiles (3.05 puntos en promedio). Sin embargo, la evaluación tendió a variar de acuerdo con las capacidades

⁷ Para Cohen (1995), la evidencia empírica indica que existe una relación positiva y monótonica entre el tamaño de las empresas y su proclividad a realizar actividades de I+D, de tal manera que los datos aquí recabados parecen confirmar la existencia de una relación de este tipo para los clientes de los CIT-SC.

⁸ Se pidió a los encuestados que valoraran la utilidad de los CIT-SC mediante una escala de cuatro puntos, tipo Likert: de 1 a 4, en donde 1 es irrelevante y 4 muy importante (Merritt, 2004).

CUADRO 3
Evaluación de la utilidad de los CIT-SC por parte
de los clientes, de acuerdo con la capacidad tecnológica imputada
(tipo de instalación) y el tamaño de la empresa

Capacidades tecnológicas	Chica	Mediana	Grande	Promedio
Baja (sin instalaciones)	2.94	3.00	3.00	2.98
Media (sólo ingeniería)	3.50	3.33	3.17	3.33
Media (sólo investigación)	4.00	2.50		3.25
Alta (Ambas instalaciones)	2.75	3.25	2.92	2.97
<i>Total</i>	<i>3.16</i>	<i>3.00</i>	<i>3.00</i>	<i>3.05</i>

Nota: los valores de la medición van de 1 (irrelevante) a 4 (muy útil).
 Fuente: Merritt (2004: 198).

tecnológicas imputadas y el tamaño de la empresa. De tal modo que los clientes con un departamento de ingeniería solamente fueron los que mejor calificaron a los CIT-SC (3.33), seguidos por los clientes con departamentos de investigación (3.25). Para las empresas que carecen de instalaciones técnicas, los CIT-SC son apenas útiles (2.97), que es casi la misma evaluación de las empresas con ambos tipos de instalaciones (2.98). El cuadro 3 muestra la evaluación de los CIT-SC, de acuerdo con el tamaño del cliente y su nivel de facilidades técnicas.

En este mismo cuadro se observa que las empresas más pequeñas tienden a valorar más el trabajo de los CIT-SC, excepto cuando tienen ambos tipos de instalaciones técnicas. Aun y cuando estas diferencias no son estadísticamente significativas, sí permiten corroborar la hipótesis de una mayor utilidad de los CIT para las llamadas PyMEs (*i. e.*, firmas pequeñas y medianas), lo cual ofrece un sustento empírico a la racionalidad perseguida por la mayoría de las iniciativas de política científica y tecnológica, que buscan promover la vinculación entre los CIT y las PyMEs como un mecanismo para incentivar la innovación (OECD, 1997).

Por otra parte, el tipo de servicios demandados por la industria también representa un tema importante para el análisis de la vinculación CIT-empresas. A este respecto, los servicios técnicos de rutina, como la calibración de equipo y herramientas y los servicios analíticos de laboratorio, se caracterizan por ser las actividades más solicitadas por los clientes; aunque otros servicios, como la pro-

CUADRO 4
Distribución (%) de la demanda de servicios de los CIT-SC,
por tipo de cliente

Tipo de servicio proporcionado	Tipo de instalaciones técnicas entre los clientes			
	<i>Ninguna</i>	<i>Sólo ingeniería</i>	<i>Sólo investigación</i>	<i>Ambos tipos</i>
Actividades de investigación	25.0	17.6	71.4	5.0
Consultorías y/o entrenamiento	54.2	35.3	28.6	45.0
Servicios de rutina y analíticos	20.8	47.1	--	50.0
<i>Totales</i>	<i>100.0</i>	<i>100.0</i>	<i>100.0</i>	<i>100.0</i>

visión de consultorías, el entrenamiento y capacitación del personal industrial y la realización de actividades de I+D, también son muy solicitados⁹.

Aunque la distribución de los servicios proporcionados por los CIT-SC coincide con las instrucciones dadas por el gobierno mexicano para proporcionar una adecuada atención a la industria, el impacto en el desempeño (y en los ingresos) de los CIT-SC tiende a incrementarse de forma notable, en la medida en que aumenta la complejidad del servicio proporcionado, por ejemplo, en el caso de las actividades de I+D y las consultorías técnicas (ver Conacyt, 1998a: 572).

La solicitud de servicios también se ve influida por el nivel de capacidades tecnológicas imputadas (*i. e.*, tipo de instalación técnica), resultando que las empresas que cuentan únicamente con departamentos de investigación recurren en mayor medida a trabajos de I+D (como es de esperarse). Sin embargo, los clientes que no tienen ningún tipo de facilidad hacen un mayor uso de las consultorías, mientras que las empresas con ambos tipos de facilidades y las que sólo cuentan con áreas de ingeniería recurren en su mayoría a los servicios rutinarios. El cuadro 4 desglosa esta información por tipo de servicio demandado y las facilidades técnicas existentes entre los clientes.

Otro patrón interesante surge de comparar el tipo de servicio demandado por las empresas, a través de su ubicación en la taxonomía de Pavitt (1984).

⁹ El 54.4% de los clientes encuestados solicitó la prestación de servicios rutinarios; mientras que el 22.1% requirió trabajos de I+D, el 19.1% solicitó consultorías técnicas y el 4.4% restante buscó servicios de entrenamiento y capacitación.

Gracias a la clasificación realizada por Dutrenit y Capdevielle (1993) para el caso mexicano, los clientes encuestados pudieron ser clasificados de acuerdo con esta taxonomía. Los datos revelan que las empresas pertenecientes a los sectores dominados por el proveedor (DP) son las que usan más los servicios de investigación de los CIT-SC, seguidas por aquellas que no pertenecen al sector manufacturero, por lo que no pudieron ser clasificadas en la taxonomía de Pavitt (ver cuadro 5).

Por otro lado, las firmas que están insertas en los sectores intensivos en escala (IE) acuden en su gran mayoría a los CIT-SC para adquirir servicios rutinarios y de apoyo, tales como servicios de calibración, prueba de materiales, análisis de muestras, etc., pero no de I+D. Para las empresas en sectores basados en la ciencia (BC) y de proveedores especializados (PE), su mayor contacto con los CIT-SC se da a través de los servicios de consultoría, pero estos últimos datos hay que tomarlos con cautela, debido al exiguo número de empresas en la muestra que pertenecen a estos sectores manufactureros, como se aprecia abajo.

CUADRO 5
Distribución porcentual de los servicios solicitados a los CIT-SC
por sus clientes
(servicios clasificados de acuerdo con la taxonomía de Pavitt¹⁰)

Tipo de servicio proporcionado	Categorías de la taxonomía de Pavitt				
	DP (n = 20)	IE (n = 24)	BC (n = 2)	PE (n = 2)	Sin clasificación (n = 20)
Actividades de investigación	40.0	8.3	--	--	25.0
Consultorías y/o entrenamiento	45.0	37.5	100.0	50.0	45.0
Servicios de rutina y analíticos	15.0	54.2	-	50.0	30.0
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>

Notas: DP significa "Dominado por el Proveedor"; IE "Intensivo en Escala"; BC "Basado en la Ciencia" y PE "Proveedor Especializado". (n es el número de empresas). Fuente: Merritt (2004: 200).

¹⁰ La adecuación de la taxonomía de Pavitt (1984) para los datos de la encuesta de clientes de los CIT-SC, se basó en la clasificación realizada por Dutrenit y Capdevielle (1993).

Finalmente, las capacidades de exportación entre los clientes también fueron examinadas. El aspecto más relevante de este análisis fue que las empresas que declararon haber realizado exportaciones en el año de 1999 calificaron más alta la utilidad de los CIT-SC (3.19, en una escala de 1 a 4), mientras que las firmas que no exportaron en ese año le dieron una calificación de 2.60 solamente a los mismos centros. Estos resultados permiten suponer que existe una diferencia en la apreciación de los CIT-SC, asociada con el tipo de mercado en el que se mueven estas empresas¹¹, con lo que se puede inferir que los clientes más proclives a exportar pudieran también estar sacándole mayor provecho a los CIT-SC¹².

TIPOS DE CIT Y SU VINCULACIÓN CON LAS EMPRESAS

Aunque la clasificación de los 30 institutos del Sistema CONACyT obedece más a un criterio administrativo que a uno funcional (ver Merritt, 2004: 88), en el caso de los siete CIT-SC se observan dos grandes patrones de orientación funcional en sus actividades. Estos dos patrones fueron de gran utilidad para poder entender su desempeño diferencial, pero también sirvieron para establecer un criterio de clasificación interinstitucional. Es preciso mencionar que estos patrones surgen como resultado de las trayectorias históricas e institucionales de cada centro, lo cual los ha colocado en la ruta de estar más o menos interesados —según el caso— en la realización de investigación básica. Por ejemplo, existe un grupo de centros que es reconocido por los propios gerentes de los CIT-SC como orientados a la investigación básica, es decir, son “centros académicos”. Dentro de este grupo se encuentran CIATEJ, CIDETEQ y CIQA. Mientras que al resto de los CIT-SC, los gerentes los ven como centros orientados a la ingeniería, es decir, son “centros industriales”. Ellos son CIATEC, CIATEQ, CIDESI y COMIMSA; estos CIT se inclinan más a prestar servicios de consultoría y rutina.

¹¹ El valor del estadístico *t* para muestras independientes fue de -2.324 (un valor significativo al 5%), lo que permite confirmar la fuerza de esta diferencia.

¹² El análisis de los datos también muestra que la gran mayoría de las empresas con instalaciones de ingeniería y/o con sus facilidades técnicas completas son las que exportaron en 1999.

Esta clasificación también se refleja en el área de atención a clientes, la cual ha terminado por determinar las características de la especialización de cada CIT-SC y, por ende, la composición del personal. Debido a que el primer tipo de CIT atiende principalmente a empresas de los sectores basados en la ciencia (*i. e.*, biotecnología, electroquímica y polímeros), tienden a tener una mayor proporción de personal con estudios de doctorado; mientras que los centros industriales, especializados en las áreas de cuero y calzado, metalmecánica y siderúrgica, han tendido a privilegiar la permanencia de técnicos e ingenieros, aunque sin el requisito de que posean un doctorado, dado que el tipo de servicio prestado por los centros industriales raramente requiere de estudios tan avanzados.

Sin embargo, el problema operativo y funcional que enfrentan los CIT-SC es que sus mandatos institucionales frecuentemente entran en conflicto con los perfiles de la clientela, pues los centros de corte académico tienden mucho más a atender PyMEs que empresas grandes y sofisticadas; mientras que los CIT

CUADRO 6
Cuadro comparativo de variables seleccionadas para los dos tipos de CIT-SC

Clasificación del CIT-SC	Personal ^a (**)	Años promedio de relación con las empresas ^b (**)	Importancia de los clientes para las empresas ^c (*)	Evaluación global de la utilidad del CIT-SC ^d
Académica	172.7	3.8	6.63	2.98
Industrial	710.3	6.3	7.33	3.22
Total	386.2	4.8	6.91	3.05

^a Promedio de trabajadores en la empresa.

^b Número promedio de años de relación CIT-clientes.

^c Mide la importancia promedio para la empresa encuestada de la relación con sus propios clientes en una escala de 1 (Irrelevante) a 8 (Muy importante).

^d Mide la utilidad para la empresa de los servicios proporcionados por los CIT-SC, en una escala de 1 (Irrelevante) a 4 (Muy importante).

Nota: Los asteriscos miden el nivel de significancia del estadístico *t*, por ejemplo, (**) es un valor de *t* significativo al 1%; y (*) es un valor de *t* significativo al 10%.

industriales enfrentan la situación inversa, pues tienen contactos más frecuentes (y fructíferos) con las firmas grandes de sus sectores (ver Merritt, 2004: 225).

Como resultado de este patrón, la relación entre los CIT-SC y sus clientes tiende a ser más duradera para los CIT industriales que para los académicos; por lo cual no fue raro observar que las empresas encuestadas tendieron a evaluar mejor a aquellos que a éstos. No obstante, los usuarios de los CIT industriales tendieron a valorar más la relación existente con sus propios clientes que con cualquier otra organización, incluidos los CIT-SC (ver cuadro 6).

LOS BENEFICIOS DE LA VINCULACIÓN CIT-SC-SECTOR PRODUCTIVO

Esta sección reporta los resultados del análisis multivariado de los beneficios de la vinculación entre los CIT-SC y el sector productivo. El objeto de este ejercicio es descubrir los factores más apreciados por los usuarios en los CIT-SC. Para medir estos beneficios, se usaron 20 conceptos que generalmente se aceptan como determinantes para el establecimiento de relaciones de colaboración entre los CIT y el sector productivo (Bengston, 1989). De acuerdo con los usuarios de los CIT-SC, el concepto de la calidad de los productos y servicios ofrecidos mereció la calificación más alta (3.29, en una escala de 1 a 4), seguida de las sugerencias obtenidas de los expertos y del valor de los productos y servicios (ambos con 3.25). En último lugar quedó el uso de las facilidades con 1.85, y la evaluación promedio de los veinte conceptos fue de 2.76.

Para determinar si existen factores subyacentes en los beneficios obtenidos de la colaboración, se hizo uso de las herramientas de análisis factorial de componentes principales. El cuadro 7 muestra con mayor detalle estos resultados.

Un examen más cercano de los resultados reportados en el cuadro 7 permite observar que los 20 conceptos utilizados para medir los factores más apreciados en la relación CIT-SC-industria, se pueden agrupar en cuatro grandes grupos. El primer grupo de factores puede ser asociado con un elemento subyacente de excelencia, mediante el cual los CIT-SC estarían proporcionando un valor agregado intangible a sus clientes, a través de la calidad, el valor y la relevancia del servicio proporcionado. Los demás conceptos, como la velocidad de atención, las condiciones institucionales para firmar contratos, el nivel de equipamiento y de información, que aparecen incluidos en este grupo, refuerzan esta idea. Incluso

CUADRO 7
Matriz de resultados de los beneficios de la vinculación CIT-SC-clientes¹³

Variables	Valor medio	Ponderación de los factores				Comunales
		1	2	3	4	
Calidad de los servicios	3.29	0.895				0.813
Valor de los servicios	3.25	0.880				0.810
Relevancia de los servicios	2.94	0.544				0.430
Las condiciones para firmar contratos	2.66	0.476	0.355		0.399	0.588
Velocidad de la atención	2.91	0.470	0.427			0.410
Nivel de equipamiento	3.19	0.455	0.397			0.441
Consultoría experta	3.25	0.418	0.307	0.332		0.387
Nivel de información	2.99	0.353		0.347		0.343
Solución a los problemas	2.87		0.720			0.624
Uso de la ciencia en el CIT	2.96		0.716			0.600
Know-how resultante	2.66		0.663		0.343	0.592
Manejo de la secrecía industrial	2.93		0.543		0.469	0.538
Establecimiento de acuerdos de cooperación	2.19			0.719		0.588
Ideas inesperadas	2.09		0.497	0.644		0.666
Manejo de la propiedad intelectual	2.21		0.383	0.623		0.567
Uso de facilidades	1.85			0.610		0.452
Distancia	2.56				0.805	0.685
Facilidad de uso	2.74				0.691	0.563
Costo de los servicios	3.03	0.459			0.524	0.525
Carácter público de los CIT-SC	2.56	0.342		0.392	0.421	0.454
Porcentaje de la varianza explicada por c/factor		17.15	14.62	12.00	11.59	53.38

Notas: El método de extracción fue análisis de componentes principales, y el método de rotación fue varimax con normalización de Kaiser. La escala usada fue de 1 (irrelevante), 2 (ligeramente benéfico), 3 (benéfico) y 4 (muy benéfico).

¹³ El determinante de la Matriz R fue 0.00001354. La medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin fue 0.798, y la prueba de Bartlett de esfericidad fue significativa al 1%. Al final del ejercicio solamente cuatro factores fueron extraídos.

conceptos como el costo de los servicios y el carácter público de los CIT-SC también aparecen relacionados con este primer factor.

El segundo componente de los beneficios atribuidos a la colaboración con los CIT-SC es el rasgo del profesionalismo en la colaboración, lo cual parece dar una ventaja estratégica muy significativa a los clientes de los CIT-SC, porque perciben que el manejo de la secrecía industrial y el uso del conocimiento científico por parte del personal de los CIT están estrechamente relacionados con la solución de los problemas propuestos, lo que termina por producir un *know-how* valioso para el cliente. Adicionalmente, el manejo de la propiedad intelectual y las ideas resultantes de la colaboración son conceptos que aparecen dentro de este grupo de factores, no obstante estar también agrupados en otro componente, al igual que la firma de contratos, la velocidad de atención, el nivel de equipamiento y el consejo experto obtenido.

El tercer grupo de componentes parece poner el acento en las ventajas del comportamiento cooperativo de los CIT-SC, de tal manera que las posibilidades para establecer acuerdos de colaboración se ven favorecidas por el manejo de la propiedad intelectual y el uso de las instalaciones, resultando en la posibilidad de un surgimiento de ideas inesperadas a partir de esta colaboración. Este grupo se ve reforzado por la inclusión de factores como el carácter público de los CIT-SC, el nivel de información existente y el consejo experto obtenido de la cooperación.

Finalmente, los componentes del último grupo sugieren que el cliente está obteniendo ventajas tangibles de la vinculación, lo que se puede traducir como las propias ventajas competitivas de los CIT-SC. Es decir, la distancia, la facilidad en el uso de los CIT, el costo de los servicios proporcionados y su carácter público, parecen influir la valoración de los beneficios obtenidos; y más si se toma en cuenta que las condiciones para firmar contratos, el *know-how* resultante y el manejo de la secrecía industrial también están dentro de este grupo.

Vistos en conjunto, estos cuatro grupos de factores permitirían enfatizar las ventajas para las empresas de iniciar un proceso de colaboración con los CIT-SC. Es decir, una política tecnológica diseñada para reforzar los vínculos entre estos centros y la industria nacional debiera subrayar el servicio profesional y de excelencia por parte de los CIT-SC, así como las virtudes de su comportamiento competitivo, lo cual beneficia directamente a la industria.

CONCLUSIONES

El propósito de este estudio fue analizar el papel que juegan los CIT en el fortalecimiento de las capacidades tecnológicas de las empresas de una nación, con especial énfasis en el caso de México. Sin embargo, el desconocimiento del mecanismo bajo el que funcionan los CIT, y de los factores que determinan su vinculación con la industria, ha llevado a algunos a proponer un cambio radical en estos institutos, debido a que se cree que el apoyo financiero gubernamental desalienta la búsqueda de contactos más estrechos con usuarios potenciales (ver, por ejemplo, Goldman y Ergas, 1997: 34; Katrak, 1998: 338). A pesar de la mala fama creada en torno a los CIT públicos, la gran mayoría de esas críticas han fallado en identificar la dirección de la causalidad, por lo que tienden —erróneamente— a ubicar el problema del lado de los CIT, sin reparar en las condiciones estructurales que determinan su vinculación con la industria.

Aunque es cierto que entre los factores que más afectan la vinculación CIT-industria está la propia ineficiencia en la operación de estos centros, el punto es que dicha ineficiencia no es resultado del “generoso” apoyo financiero gubernamental —como piensan muchas voces críticas—, sino resultado de la gran dispersión de las capacidades tecnológicas entre los clientes de los CIT, lo cual les obliga a diversificar su esfuerzos tecnológicos, con tal de satisfacer los diversos requerimientos de este tipo y de servicios de la industria, trayendo como consecuencia una elevada dispersión operativa y una baja rentabilidad financiera.

De acuerdo con la evidencia analizada en este estudio, los CIT-SC tienden a establecer una relación más útil con aquellos clientes que cuentan con instalaciones adecuadas para realizar labores de ingeniería o de investigación, las cuales fueron identificadas como capacidades tecnológicas intermedias que les permiten la realización de actividades encaminadas a la innovación. Por otra parte, la colaboración con empresas sin ningún tipo de instalaciones técnicas (categorizadas en varios estudios como “empresas rezagadas tecnológicamente”) se circunscribe generalmente a labores de consultoría.

El caso más paradójico lo representa la colaboración entre los CIT-SC y aquellas empresas con un mejor nivel de equipamiento, porque la evidencia arrojada por este estudio sugiere que las expectativas de ambas partes no parecen empatarse. Al respecto, Mowery (1983) indica que lo mejor es que los CIT se especialicen en la provisión de aquellos servicios en los que pudieran efficientar su

operación (*i. e.*, calibraciones, análisis y pruebas); pero es precisamente la obligación institucional de los CIT-SC de ofrecer todo el espectro posible de servicios tecnológicos (*i. e.*, I+D, consultorías, servicios técnicos y capacitación), lo que impide seguir esta vía de optimización. Pero además, los CIT-SC saben que la producción de todos y cada uno de los servicios que están obligados a proporcionar tiende a mejorar las capacidades técnicas de los investigadores, mediante las llamadas economías de alcance —*scope economies*—, de manera que la especialización en una sola actividad tendría efectos nefastos para el fortalecimiento de sus ventajas competitivas, según observa Merritt (2004) en su estudio.

Por esta razón, una política tecnológica que intentase mejorar los niveles de vinculación entre los CIT y el sector productivo, tendrá necesariamente que incidir en el lado de la demanda, más que en el de la oferta, ya sea a través de incentivar el uso de este tipo de instituciones por medio de medidas más creativas, como la creación de una demanda derivada de estímulos fiscales o mediante una difusión más intensa de las virtudes de los propios CIT: de la excelencia del servicio prestado, su profesionalismo, su comportamiento cooperativo y elevada competitividad. Todo esto en lugar de buscar reducir el nivel de financiamiento público —como sugiere el Banco Mundial (1998: 25)—, esperando que estas medidas draconianas sirvan para que los propios centros sean los que busquen desafortadamente nuevos clientes entre las empresas manufactureras, como una última salida a su probable muerte por asfixia presupuestal.

BIBLIOGRAFÍA

- Adams, J. D. *et al.* "The influence of federal laboratory R&D on industrial research". *NBER Working Paper*, No. 7612, National Bureau of Economic Research, Cambridge, Massachusetts, marzo 2000.
- Arundel, A. y A. Geuna. "Does proximity matter for knowledge transfer from public institutes to firms?". *SPRU Electronic Working Paper*, No. 73, Brighton, Gran Bretaña, 2001, 37 p.
- Audretsch, D. B., A. J. Menkveld y A. R. Thurik. "The decision between internal and external R&D". *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, 152 (3), 1996, pp. 519-530.
- Bengston, D. N. "Exogenous factors affecting research institutions in developing countries". *International Journal of Technology Management*, 4 (3), 1989, pp. 317-331.
- Bougrain, F. y B. Haudeville. "Innovation, collaboration and SMEs internal research capacities". *Research Policy*, vol. 31 (5), 2002, pp. 735-747.
- Capdevielle, M., J. M. Corona y C. Hernández. "Production systems and technological patterns". En M. Cimoli (editor). *Developing innovation systems*. Continuum, Londres, 2000, pp. 57-80.
- Casalet, M. "Los desafíos de la economía del conocimiento en el contexto institucional: de la jerarquía a la flexibilidad organizativa". *Revista Mexicana de Sociología*, vol. 66 (3), 2004, pp. 563-586.
- Cohen, W. M. "Empirical studies of innovation activity". En P. Stoneman (editor). *Handbook of the economics of innovation and technological change*. Basil Blackwell, Oxford, 1995, pp. 182-264.
- Conacyt. *Historia de las instituciones del sistema SEP-Conacyt*. Conacyt, México, 1998a.

- Conacyt. *Indicadores de actividades científicas y tecnológicas: 1997*. Conacyt, México, 1998b.
- Conacyt. *Programa especial de ciencia y tecnología, 2001-2006*. Conacyt, México, 2001.
- Crow, M. M. y B. Bozeman. *Limited by design: R&D laboratories in the US National Innovation System*. Columbia University Press, Nueva York, 1998.
- Dutrenit, G. “La vinculación Universidad-Empresa en un macroproyecto de polímeros”. *Comercio Exterior*, 46 (10), 1996, pp. 808-816.
- Dutrenit, G y M. Capdevielle. “El perfil tecnológico de la industria mexicana y su dinámica innovadora en la década de los ochenta”. *El Trimestre Económico*, 60 (3), 1993, pp. 643-674.
- European Communities. *Statistics on innovation in Europe: 1996-1997*. Luxemburgo, 2001, 165 p.
- Freeman, C. “Formal scientific and technical institutions in the National System of Innovation”. En B. A. Lundvall (editor). *National Systems of Innovation*. Pinter, Londres, 1992, pp. 169-187.
- Fritsch, M. y A. Stephan. “Regionalization of innovation policy: Introduction”. *Research Policy*, vol. 34 (8), 2005, pp. 1123-1127.
- Gambardella, A. “Competitive advantage from in-house scientific research: The US pharmaceutical industry in the 1980s”. *Research Policy*, 21, 1992, pp. 391-407.
- Goldman, M. y H. Ergas. *Technology institutions and policies*. World Bank, Washington, 1997.
- Justman, M. y M. Teubal. “Technological Infrastructure Policy (TIP): Creating capabilities and building markets”. *Research Policy*, 24 (3), 1995, pp. 259-281.

- Katrak, H. "Economic analyses of industrial research institutes in developing countries: The Indian experience". *Research Policy*, 27 (4), 1998, pp. 237-347.
- Lall, S. "Las capacidades tecnológicas". En J. J. Salomon *et al.* (editores). *Una búsqueda incierta: Ciencia, tecnología y desarrollo*. FCE, México, 1996, pp. 301-342.
- Lundvall, B. A. *et al.* "National systems of production, innovation and competence building". *Research Policy*, vol. 31 (2), 2002, pp. 213-231.
- Lundvall, B. A. "National systems of innovation: Introduction". En B. A. Lundvall (editor) *National Systems of Innovation*. Pinter, Londres, 1992, pp. 1-19.
- Merritt, H. "The management, relevance and performance of Technology Research Centres: The SEP-CONACyT Technology Centres of Mexico". Tesis de doctorado, SPRU-Universidad de Sussex, Brighton, Reino Unido, 2004, 275 p.
- Mowery, D. C. "The relationship between intrafirm and contractual forms of industrial research in American manufacturing 1900-1940". *Explorations in Economic History*, 20, 1983, pp. 351-374.
- Nath, P. y N. Mrinalini. *Organization of R&D: an evaluation of best practices*. Macmillan, Nueva York, 2002.
- Nordin, N. "Public sector research institutes within a National System of Innovation". Tesis de maestría, SPRU, University of Sussex, Brighton, Reino Unido, 1998, 31 p.
- OECD. *National Innovation Systems*. OECD, París, 1997.
- OECD. *Technology and the economy*. OECD, París, 1992, 328 p.
- Pavitt, K. L. R. "Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory". *Research Policy*, vol. 13 (6), 1984, pp. 343-373.

- Pianta, M. y G. Sirilli. "The use of innovation surveys for policy evaluation in Italy". En OECD (editor). *Policy evaluation in innovation and technology*. París, 1997, pp. 357-371.
- Rush, H., M. Hobday, J. Bessant *et al.* *Technology institutes: Strategies for best practice*. International Thompson Business Press, Londres, 1996.
- Vera-Cruz, J.A. O. *et al.* "El subsistema nacional de innovación en biotecnología: El papel de los Centros de Investigación en México". *Comercio Exterior*, vol. 44 (8), 1994, pp. 705-715.
- Banco Mundial. "Project appraisal document on a proposed loan in the amount of US \$300 million to Mexico for a knowledge and innovation project". *Implementation Plan*. Banco Mundial, Washington, 1998, 59 p.

