



APRENDIZAJE TECNOLÓGICO EN LA INDUSTRIA QUÍMICA MEXICANA

Daniel Villavicencio, Rigas Arvanitis**
y Liliana Minsberg****

El escenario mundial caracterizado por la globalización de los mercados y el empuje tecnológico ha generado un marco de acción para las empresas sobre nuevas bases de competencia, las cuales tratan principalmente su capacidad innovativa y sus formas de vinculación con un entorno que es a la vez promotor de la innovación. El artículo presenta los resultados de una investigación sobre la industria química mexicana, con el objeto de reflexionar sobre las capacidades de aprendizaje tecnológico que las empresas de este sector industrial han logrado acumular a lo largo de su trayectoria tecnológica, la relación que guardan con una actividad innovativa que calificamos de moderada, y las perspectivas de que se conviertan en empresas más intensamente innovadoras.

The world stage characterized by the globalization of markets and technological enterprise has created a framework of action for businesses on new bases of competition, which mainly tests their capacity for innovation and their interaction with an environment that is at the same time the prime mover of innovation. This article presents the results of research into the Mexican chemical industry, with the aim of inquiring into the capacity for technological learning that the firms in this industrial sector have managed to accumulate throughout their existence, the relationship between them and innovative activities that we would qualify as moderate, and the prospects of their becoming more intensely innovative.

Durante los años setenta la discusión sobre la brecha tecnológica que separaba las industrias nacionales, así como su fuerte

* Investigador de la maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico, UAM-Xochimilco.

** Investigador del Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación (ORSTOM. Profesor invitado a la maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico, UAM-Xochimilco.

*** Investigadora de la maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico, UAM-Xochimilco.

dependencia tecnológica con respecto a las empresas transnacionales y los países desarrollados tuvo mucha resonancia en América Latina. Se argumentaba la necesidad de impulsar procesos autónomos y endógenos de desarrollo tecnológico.

Esta idea tuvo importantes efectos en el diseño de las políticas industriales y científico-tecnológicas en los países de la región, enfocadas a favorecer el entonces vigente modelo de sustitución de importaciones. Halty-Carrère (1986) identificó tres fases de política encaminada a lograr el objetivo arriba mencionado hasta mediados de los ochenta, a saber: la primera se ocupó de reforzar la infraestructura local para el desarrollo de la ciencia y la tecnología, ante la falta de los recursos humanos indispensables para el desarrollo tecnológico de una nación; la segunda privilegió el control de los flujos de transferencia de tecnología de los países desarrollados, hasta entonces dominados por las empresas transnacionales, y la tercera que consistió en regular las importaciones de tecnología externa con el fin de favorecer la producción interna de tecnología, principalmente en las industrias de bienes de capital.

Desde entonces los contextos tecnológicos y económicos han cambiado, y si bien el problema de la brecha tecnológica y la falta de capacidad innovativa de las empresas nacionales persiste, la manera de abordarlo requiere de nuevas perspectivas analíticas. No cabe duda de que se han intensificado los intercambios internacionales de tecnología, al mismo tiempo que ésta se ha vuelto más compleja. Es posible observar una nueva división internacional del trabajo sobre la base de cadenas productivas integradas entre empresas de regiones de diversos continentes, y donde el componente tecnológico constituye en gran medida el eje articulador de los diferentes procesos productivos. La fabricación del *auto mundial* de los años ochenta es una clara muestra de ello.

El fenómeno tiene implicaciones importantes para la difusión internacional de tecnología, pues los contratos y acuerdos de cooperación productiva y tecnológica entre las empresas foráneas y las nacionales permiten a estas últimas tener acceso a tecnologías modernas. La modernización tecnológica de las empresas nacionales ya no depende tanto de la voluntad del vendedor de querer difundir sus secretos tecnológicos, sino de la capacidad de apropiación de la tecnología por parte de las empresas receptoras (Ruffier, 1991; Huchet, 1993).

El escenario mundial caracterizado por la globalización de los mercados y el acelerado empuje tecnológico en algunos sectores de la industria y los servicios, ha generado un marco de acción para las empresas sobre nuevas bases de competencia, las cuales señalan su capacidad innovativa, sus formas de vinculación con los mercados locales y externos, el uso y aprovechamiento de nuevos materiales y las formas de optimización de los recursos materiales y no materiales interna y externamente. En suma, la producción de bienes y servicios con mayor valor agregado y alto contenido tecnológico han remplazado a las tradicionales ventajas comparativas como el bajo costo de la mano de obra que favorecía a las industrias de países en vías de industrialización hasta mediados de la década pasada. La inserción de México en dicho escenario ha obligado a empresas de diversos sectores a impulsar procesos de modernización tecnológica con objeto de mantener sus niveles de producción y ventas frente a la nueva competencia internacional.

Preguntarse entonces por las características del comportamiento tecnológico y sobre todo innovativo de las empresas de un sector de la industria nacional nos parece un ejercicio pertinente, en tanto que intenta responder a un debate iniciado hace tres décadas: aquella discusión sobre la necesidad de generar de manera endógena tecnologías apropiadas, sumado a la necesidad actual de construir las ventajas tecnológicas competitivas que coloquen a las empresas en los escenarios del mercado mundial.

En ese sentido, el ensayo presenta los principales resultados de una investigación sobre la capacidad innovativa de un conjunto de empresas de la industria química mexicana (en adelante IQM),¹ con la intención de apuntar algunas pistas de reflexión sobre el debate que a nuestro juicio aún no ha sido agotado.

En la primera parte abordaremos la conceptualización que sobre el aprendizaje tecnológico y la innovación ha prevalecido en nuestra investigación; en la segunda analizaremos el comportamiento innovativo de las empresas² y, finalmente, en la parte de conclusiones,

¹ En esta investigación participaron también los profesores de la maestría: Mario Capdevielle, Gabriela Dutrénit, Arturo Lara, Alexandre Vera-Cruz y los asistentes Bárbara Salas, Rigoberto Ramírez y Jesús Vilchis. Participó también el investigador Enrique Medellín del CIT-UNAM.

² Esta parte no aborda todos los temas tratados en la encuesta aplicada. La inves-

recuperamos algunas ideas que surgen del análisis de los resultados de la encuesta, y que presentamos como hipótesis de trabajo o pistas de reflexión para futuras investigaciones.

¿Cómo caracterizar la actividad innovativa de las empresas?

Una manera tradicional de estudiar la actividad innovativa de las empresas ha sido mediante la utilización de estadísticas referentes a los gastos empleados en investigación y desarrollo, al registro de patentes como resultado de las innovaciones y, en algunos estudios más depurados, su incidencia en el incremento de la productividad y las ventas de las empresas. Constatar el mayor o menor grado de patentamiento de las empresas e incluso el número de innovaciones que encuentran salida en el mercado no permite sin embargo, desentrañar la dinámica de los procesos innovativos de las empresas.

La vieja idea de que las grandes corporaciones multinacionales son las únicas capaces de generar innovaciones tanto en los procesos productivos y organizativos, como en los productos comenzó a ser cuestionada a inicios de los ochenta ante la sorprendente actividad innovativa de las firmas de menor tamaño. Recordemos el debate iniciado por muchos autores sobre las capacidades de renovación industrial y de recuperación de los mercados de las pequeñas y medianas empresas (PYMES) en diversas latitudes (Sabel y Piore, 1984; Becattini, 1988; Porter, 1990, por citar algunos). En el debate se plantea que la innovación no va asociada exclusivamente con el tamaño de la empresa ni con su capacidad financiera para la inversión, sino tal vez, destacadamente con las formas de organización de los factores de la producción y a las formas de vinculación con un entorno que es, al mismo tiempo, promotor de la innovación.

Es claro que bajo un esquema de organización productiva donde prevalecen funciones productivas integradas en una misma empresa, con equipos y maquinaria monofuncionales y poco flexibles para la recomposición del proceso productivo, las perspectivas de moder-

tigación fue realizada en la segunda mitad de 1994 y contó con financiamiento de Conacyt, ORSTOM y la UAM-Xochimilco.

nización y cambio tecnológico se hacen más costosas, pues se requiere modificar una gran parte de los componentes tecnológicos del proceso. Bajo este esquema, solamente las grandes empresas tienen los recursos económicos para realizar tal inversión.

Sin embargo, las características de las nuevas tecnologías —informática, electrónica, telemática— ligadas a la producción, han permitido a mediano plazo reducir los costos asociados a la modernización. Estas tecnologías se caracterizan por ser modulares, asociativas y más versátiles, pudiendo integrarse a procesos productivos donde coexiste maquinaria de diferentes generaciones. De esta forma las empresas de menor tamaño han podido dar saltos tecnológicos importantes mejorando su productividad y competitividad en el mercado (Julien, 1994; Rizzoni, 1994; Villavicencio 1994). Baste recordar la importancia que las PYMES han jugado en el despegue industrial de regiones desindustrializadas de Alemania o Francia (Bagnasco y Sabel, 1994) o de reciente industrialización como los países del sudeste asiático (Reignier, 1993).

Así, desde la preocupación por el diseño de estrategias empresariales más agresivas y de políticas industriales relacionadas con el contexto actual, y sin desacreditar aquellos estudios que realizan inventarios sobre patentamiento o gastos en I&D, nuestro ejercicio analítico intenta descomponer el proceso por el que la empresa adquiere y desarrolla conocimientos que logra transformar en innovaciones de procesos o productos. Es necesario entonces preguntarse por las condiciones, actividades, experiencias, relaciones y procesos que permiten mejorar, modificar o generar nuevos productos y procesos productivos.

Del aprendizaje adaptativo a la innovación

Los trabajos pioneros de J. Katz (1976) sobre la forma en que las empresas latinoamericanas adaptan y modifican los procesos productivos y los equipos importados a los países desarrollados, abrieron un importante espacio de reflexión en América Latina. Con el mérito de reconocer que son las empresas en lo individual —vale decir los actores sociales que las componen—, y no los sectores industriales los que aprenden, la tesis del autor relativa al aprendizaje tecnológico consistió en afirmar que dadas las condiciones en que

operan las firmas locales y ante el predominio de las empresas multinacionales, el aprendizaje adaptativo que realizan la primeras tiene limitaciones para convertirse en fuente de actividad innovativa. Podemos preguntarnos si los límites se encuentran en las condiciones en que se desarrolla el proceso de aprendizaje mismo, en sus resultados —el grado de complejidad de las adaptaciones o modificaciones—, en el débil posicionamiento competitivo que a partir de ellos logran las empresas, o en la existencia de un entorno macroeconómico e institucional incapaz de incitar a la innovación o de validar los resultados del aprendizaje.

Los planteamientos más recientes en la economía de la innovación como en la sociología del trabajo, concuerdan en señalar que el aprendizaje tecnológico constituye un proceso social dinámico y acumulativo de generación y difusión de conocimiento tecnológico en las empresas (Rosenberg, 1979; Ruffier, 1984; Jones y Wood, 1984; Lundvall, 1988; Villavicencio, 1990; Arvanitis *et al.* 1992; OCDE, 1992; Pirela *et al.*, 1993). Dicho proceso está estrechamente relacionado con la dinámica interna de la empresa que depende de:

a) Los conocimientos y experiencias que poseen y desarrollan diferentes actores de la empresa y que son capaces de movilizar para la generación de nuevo conocimiento.

b) La difusión e intercambio del conocimiento en el seno de la empresa a través de interrelaciones con actores dentro y fuera de ella, lo cual implica el establecimiento de canales de comunicación confiables y duraderos.

c) La perpetuación de esos procesos que permite la construcción de una memoria tecnológica reforzando la adquisición y generación del conocimiento tecnológico en la empresa.

d) La estructura organizativa de las empresas, pues no todas ellas se dotan de normas y reglas que permiten el acceso y difusión del conocimiento tecnológico por parte de los actores, ni la acumulación de experiencias de aprendizaje.

e) La complejidad de la tecnología utilizada en los procesos productivos —procesos mecánicos o automatizados—, ligada al grado de madurez de la tecnología o a la frontera alcanzada a nivel internacional, así como al carácter de apropiabilidad, estandarización y dificultades de acceso a ella.

d) El sector de actividad en el que se encuentran o las caracterís-

ticas de los productos que elaboran, que pueden ser productos que requieren un alto grado de contenido tecnológico, de especialización y precisión, o a la inversa productos estandarizados con bajos niveles de incorporación de conocimiento.

Los aspectos anteriores conforman las fortalezas de la empresa, en la medida en que se articulan y conjugan con estrategias explícitas de innovación. En otro trabajo (Villavicencio y Arvanitis, 1994) hemos definido y discutido la forma en que las capacidades de la empresa se traducen en estrategias de aprendizaje tecnológico. Asimismo, discutimos los posibles planteamientos metodológicos para lograr identificarlas y estudiarlas en una investigación como la que nos ocupa. De manera sintética retomamos los aspectos más importantes que serán abordados en el análisis empírico que hemos realizado de la IQM.

a) *Búsqueda de información especializada de opciones tecnológicas*, que supone un estado de alerta por parte de la empresa sobre los posibles oferentes de tecnología; b) *negociación de tecnología*, de ella depende las ventajas y beneficios que la empresa obtenga de la adquisición de tecnología; c) *adaptación o modificación de equipos, partes y piezas*, actividad que se ha denominado *ingeniería a la inversa*, frecuentemente realizada por las empresas de países en vías de industrialización, pero pocas veces documentada y sistematizada; d) *fabricación propia de equipos y partes*, que en algunos casos deriva de la anterior y que resuelve los constantes problemas de abastecimiento en equipo y repuestos; e) *desarrollo de nuevos productos*, que incluye copias o modificaciones menores al producto pero que representan novedad para la empresa o su mercado, así como el desarrollo de productos enteramente nuevos, y f) *mejoras a los procesos o diseño de nuevos procesos productivos*, que representa la actividad más compleja para la empresa.

Como se puede observar, algunas de las actividades del aprendizaje tecnológico se circunscriben al ámbito interno de la empresa, mientras que otras se encuentran en estrecha relación con el entorno económico, tecnológico e institucional en el que se desenvuelve. Así como hay empresas cuya dinámica interna inhibe el aprendizaje tecnológico y la innovación, el medio ambiente en que se encuentran puede presentar limitaciones para la cristalización de las innovaciones.

¿Aprenden a innovar todas las empresas ...?

Nuestro punto de partida es que el aprendizaje tecnológico se desarrolla en la empresa, es decir por los actores que la componen. Desde el dirigente de la empresa hasta el personal ubicado en los talleres, estos actores son depositarios de conocimientos adquiridos en procesos institucionalizados de formación o en experiencias prácticas. Los actores pueden movilizar y difundir sus conocimientos, o al contrario, retenerlos en función de las estrategias, conflictos y compromisos que establecen entre sí, y que rigen la dinámica de las relaciones sociales y organizativas en la empresa (Reynaud, 1993).

Un importante número de autores de diversas disciplinas ha estudiado la existencia de formas de organización que facilitan y motivan el intercambio y difusión de la información, así como la innovación, y otras que por el contrario lo inhiben. Algunos autores se inspiraron en los éxitos económicos de las empresas que desarrollaron la organización *toyotista* de la producción y en las diversas prácticas organizativas que hoy se identifican comúnmente con el *modelo japonés de organización de la producción* (Aoki, 1990; Wood, 1992; Bourguignon, 1993, Kenny y Florida, 1993), para demostrar las estrategias deliberadas de aprendizaje que subyacen en el modelo.

Al romper las trabas jerárquicas de intercambio de información, al establecer mecanismos de reconocimiento de la calidad del trabajo e incentivos para el mejoramiento continuo, por mencionar algunos, este tipo de organizaciones pone en movimiento los diversos conocimientos y experiencias que los actores poseen en lo individual, para convertirlos en una suerte de *inteligencia colectiva* encaminada a propiciar la innovación.

En contraste, hay organizaciones que operan bajo la lógica de la gestión centralizada del uso de los recursos humanos y técnicos, que mantienen una división parcelada del trabajo y de la información, y que restringen la difusión del conocimiento a áreas y niveles jerárquicos específicos (Gjerding, 1992; Alter, 1993). Identificadas más bien con el *modelo taylorista-fordista de organización de la producción*, este tipo de organizaciones desarrollan innovaciones en la medida en que la empresa cuenta con recursos económicos para invertir en I&D. Pero cuando carecen de ellos, las experiencias y conocimientos que

el conjunto de actores que la conforman han acumulado a través de las actividades de aprendizaje tecnológico, difícilmente logran traducirse en innovaciones importantes.

¿... en cualquier medio ambiente?

Además de los autores abocados al estudio del modelo japonés, otros que han analizado las estrategias de desarrollo de las empresas en varios países rescatan la importancia de contar con un *medio ambiente innovador*. El éxito económico y tecnológico de los llamados sistemas o redes de pequeñas y medianas empresas suscitó a la vez una importante reflexión sobre la manera en que las empresas establecen relaciones dinámicas con el entorno local que las circunda.

Resurgió así una discusión sobre la capacidad de las empresas para interactuar y generar sinergías y solidaridades con los agentes políticos y económicos del medio, que rebasaban el simple intercambio mercantil (Becattini, 1988; Ganne, 1991). La conclusión generalizada en los diferentes análisis es que la cohesión, dinámica y fortaleza del entorno está conformada al mismo tiempo por los agentes —públicos y privados— que lo conforman, así como por las interrelaciones que mantienen.

Los estudios sobre los sistemas locales de empresas, los distritos industriales y más recientemente sobre los sistemas nacionales de innovación (Nelson y Rosenberg, 1993), aportaron evidencia empírica sobre la importancia que cobra el entorno, ya que promueve y propicia la externalización de un conjunto de actividades que permite a las empresas aligerar sus estructuras y reducir algunos costos. Los ejemplos dan cuenta de la constitución de asociaciones profesionales y de fuertes vínculos con instituciones públicas y privadas de I&D; servicios públicos de apoyo directo a la industria y formas de intercambio político que favorecen el desarrollo de la industria —mecanismos explícitos de política industrial o tecnológica, y educativa—; intercambios informales de bienes tecnológicos, de recursos humanos y de cooperación frente a la competencia externa por parte de las empresas (Arcangeli, 1993).

La red de relaciones que entretejen los diversos agentes constituye el vehículo de intercambio entre sus intereses y estrategias particulares, y los que se enmarcan en la macroestructura que represen-

ta la economía nacional o mundial. En ese sentido, el reforzamiento de esas relaciones a través de mecanismos institucionales e incluso, de políticas explícitas como en algunos países europeos o del Lejano Oriente, ha contribuido a fortalecer las capacidades competitivas de las empresas (Freeman, 1988; Colletis *et al.*, 1990; Bagnasco y Sabel, 1994).

La constitución de un entorno más favorable al desarrollo tecnológico y competitivo de las empresas ha sido preocupación reciente de los gobiernos de México y de otros países de América Latina (Villavicencio y Casalet, 1995). En efecto, a principios de los años noventa tanto en México como en Argentina o Chile, diversas instituciones públicas implementaron una serie de dispositivos de apoyo crediticio, asistencia e información, con el objetivo de fortalecer las capacidades exportadoras, tecnológicas y asociativas fundamentalmente de las pequeñas y medianas empresas (Casalet, 1995). Sin embargo, lo reciente de las políticas aún no permite constatar que en estos países se haya logrado consolidar un entorno dinámico que dé sustento a la actividad innovativa de las empresas.

Las empresas innovadoras de la industria química mexicana

La investigación tuvo por objeto identificar las capacidades de aprendizaje tecnológico y el comportamiento innovativo en una muestra de 142 empresas de la industria química. Se trata de una industria importante de la actividad económica del país, con una participación promedio de 4 por ciento en el PIB nacional, y 16 por ciento del PIB manufacturero.

Asimismo, representa casi el 12 por ciento del personal ocupado del sector industrial, y sobre todo, se trata de una industria que genera insumos básicos e intermedios para otras industrias y productos para mercados de consumo final. En este sentido, las innovaciones de producto generadas por las empresas de la IQM, tiene repercusiones importantes en la calidad y productividad de la industria del país, ya que son incorporadas a las cadenas productivas de otras industrias.

Caracterización general de las empresas y el sector

El conjunto de empresas estudiadas está compuesto por establecimientos de diferente tamaño, y son las medianas empresas —de 50 a 250 empleados de acuerdo a la clasificación de Secofi— las más representadas (50 por ciento). Las micro y pequeñas empresas constituyen aproximadamente 30 por ciento de la muestra y el otro 20 por ciento está compuesto por las empresas de más de 250 empleados, es decir las grandes empresas.

La industria química se compone de varios subsectores que tomamos en cuenta para el diseño de la muestra, con excepción de la petroquímica y refinerías —controlada por Pemex— y de la farmacéutica, sujeta a legislación sobre control sanitario específico por tratarse de una industria relacionada con la salud. Los subsectores que más estuvieron representados en la muestra son el de química básica —30 por ciento de las empresas estudiadas—, otros productos químicos —más de 30 por ciento—, que comprende ramas industriales como insecticidas, pinturas, barnices y lacas, adhesivos, lubricantes y grasas, entre otros. Los subsectores abonos y fertilizantes, resinas y fibras sintéticas, jabones y detergentes sumaron en conjunto menos de un tercio de las empresas estudiadas.

Con relación al tipo de mercado al que se destinan los productos de las empresas estudiadas, tenemos que el 30 por ciento se distribuye en mercados finales, otro 30 por ciento a las propias industrias químicas, y un 40 por ciento como insumos para otras industrias. Adicionalmente, del total de las 142 empresas de la muestra 56 por ciento son exportadoras.

Nivel de automatización de los procesos productivos y brecha tecnológica

La investigación permitió observar que el 57 por ciento de las empresas emplea procesos por lote, 31 por ciento combinación de lote y flujo continuo, y el 12 por ciento procesos continuos. La tercera modalidad presenta menos flexibilidad que las otras dos y sólo se puede manufacturar una línea de producto, mientras que la producción por lotes permite las plantas multipropósito, es decir, las de fabricación de distintos tipos de productos.

El procesamiento por el sistema de lotes ó *batch* es en general semiautomático o manual, mientras que los procesos continuos tienden más a la automatización o semiautomatización. En el cuadro que sigue se observa una mayor participación porcentual de empresas con procesos manuales y semiautomáticos cuando la modalidad de producción es por lotes, mientras que cuando es continua la tendencia es evidentemente hacia la automatización.

NIVEL DE AUTOMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS

	<i>Continuo</i>	<i>Lote</i>	<i>Ambos</i>
Manual	2.5%	33.30%	6.40%
Semiautomático	3.8%	30.70%	10.20%
Automático	6.4%	3.80%	2.56%

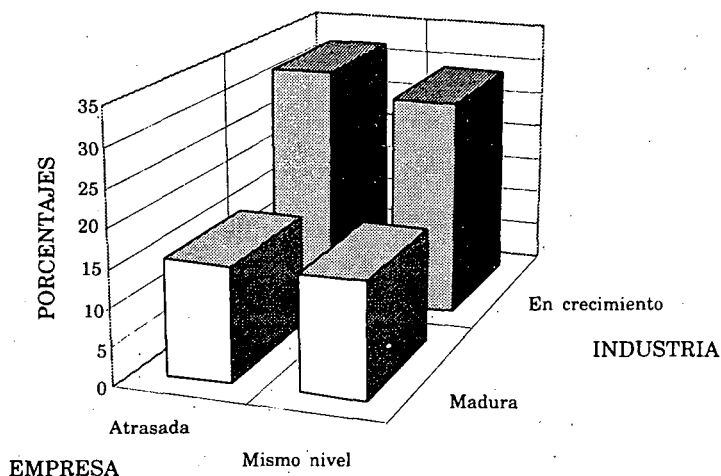
Fuente: Elaboración propia, Encuesta de la IQM, ORSTOM-UAMX, 1995.

Una primera evaluación de la brecha tecnológica consiste en preguntarse cuál es el nivel de atraso de la tecnología que emplea la empresa con relación a la tecnología a nivel internacional y comparar esta respuesta con el nivel de desarrollo alcanzado en dicha tecnología a nivel mundial. El 51 por ciento de las empresas consideran su tecnología atrasada, y el 49 por ciento al mismo nivel que la internacional.

La brecha tecnológica que caracteriza a la IQM es relativamente importante, ya que la mitad de las empresas se considera atrasada con respecto a los avances tecnológicos a nivel mundial. Incluso el 19 por ciento de empresas está consciente de su atraso con respecto a tecnologías consideradas como maduras. La gráfica 1 muestra estas respuestas.

La situación tecnológica que priva en las empresas muestra la falta de renovación de los procesos productivos para lo cual encontramos dos hipótesis explicativas: la primera hace referencia a la falta de capacidad de inversión de las empresas, agravada en los últimos años, y la segunda se refiere a la falta de estrategias explícitas de modernización tecnológica. Esta segunda hipótesis es reforzada por el hecho de que un 40 por ciento de empresas manifestó utilizar principalmente procesos manuales.

Gráfica 1
SITUACIÓN TECNOLÓGICA DE LA IQM



Fuente: ORSTOM-UAMX.

El aprendizaje tecnológico en las empresas de la IQM

Entre las diferentes actividades que conforman el aprendizaje tecnológico mencionadas en el apartado anterior, algunas se relacionan con las fortalezas internas de la empresa: el conocimiento y las capacidades tecnológicas acumulados por el personal involucrado en la I&D y la ingeniería o la mano de obra, los canales internos de comunicación y flujo del conocimiento, los estímulos y reconocimientos a la actividad innovativa, por mencionar algunos. Otras se desprenden de las relaciones que la empresa establece con instituciones existentes en el entorno: con empresas nacionales y extranjeras, con clientes y proveedores, con centros de investigación públicos o con universidades. La articulación entre las fortalezas internas y las relaciones externas constituye la pauta para el desarrollo de estrategias tecnológicas ofensivas que se traduzcan en factores de competitividad.

Una de las variables que utilizamos en la encuesta consistió en detectar los principales problemas que enfrentan las empresas para mejorar sus procesos productivos. Entre los temas de mayor preocu-

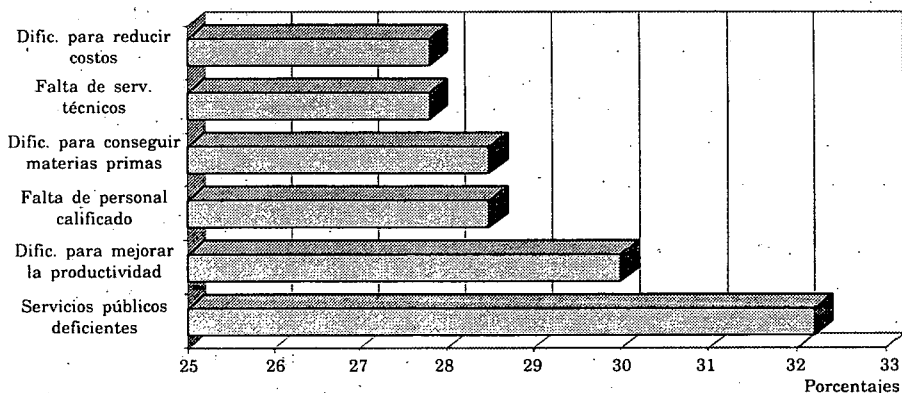
pación se mencionan la mala calidad de los servicios públicos y las dificultades para incrementar productividad.

En la gráfica 2 se aprecia que los principales problemas que apuntaron las empresas se relacionan con la situación que priva en su entorno, relacionada con el sistema educativo, los mercados de trabajo, los servicios públicos—agua, electricidad, teléfono y transporte—, los servicios a la producción —subcontratistas y consultores—, proveedores de equipos y materias primas.

Como hemos apuntado, las características del entorno pueden favorecer o limitar el desarrollo y la innovación de las empresas. Los resultados de la encuesta permiten plantear una hipótesis relativa a las carencias del entorno, sobre la que más adelante abundaremos.

Ahora bien, contrariamente a lo que pudiera pensarse las empresas de la IQM muestran altos niveles de aprendizaje tecnológico. En efecto, más de la mitad de las empresas tienen experiencia en las diferentes actividades en las que hemos descompuesto el aprendizaje tecnológico. Casi el 90 por ciento de las empresas tienen experiencia en modificar y/o mejorar procesos, lo cual da cuenta del nivel de aprendizaje adaptativo que han logrado. Alrededor del 80 por ciento de las empresas tienen experiencia en identificar alternativas tecnológicas, desarrollar nuevos productos o adaptar maquinaria y equi-

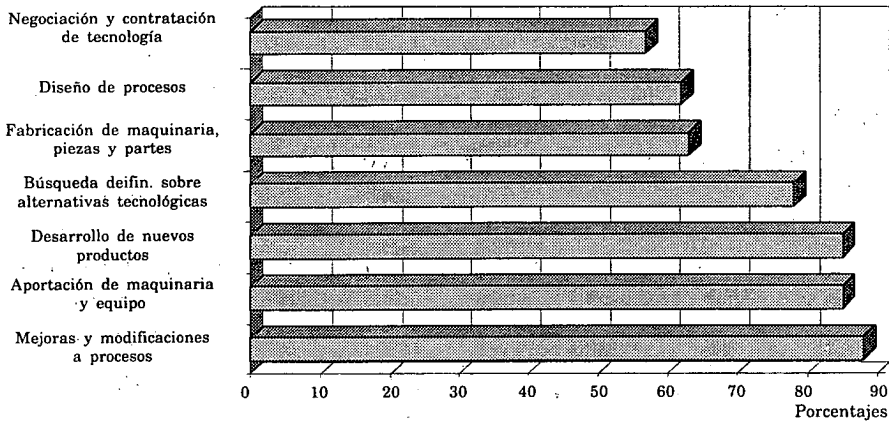
Gráfica 2
PROBLEMAS RELACIONADOS A LA PRODUCCIÓN



Fuente: ORSTOM-UAMX.

pos de acuerdo a sus necesidades productivas, como se muestra en la gráfica siguiente.

Gráfica 3
EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE TECNOLÓGICO



Fuente: ORSTOM-UAMX.

a) *Adaptación de maquinaria y equipo, mejoras y modificaciones a procesos (85 por ciento y 89 por ciento).* Las empresas desarrollan una importante y continua actividad de adaptación de procesos, piezas y equipos. Es una actividad muy empírica, basada en el personal de producción e ingeniería que tiene importantes incidencias sobre la conducta tecnológica. En efecto, las empresas por necesidad o elección desarrollan sus propios modos de funcionamiento productivo, bastante autárquicos, y muchas veces llegan a ser incompatibles con la oferta tecnológica del mercado mundial. Sin embargo, la otra cara de esta actividad es un grado de dominio de la tecnología que puede aprovecharse como fuente de innovación si la empresa logra sistematizar el conocimiento adquirido.

b) *Desarrollo de nuevos productos (85 por ciento).* Las empresas han llevado a cabo un importante esfuerzo en cuanto a desarrollo de nuevos productos. Es, incluso, el eje principal de su actividad innovadora.

Por desarrollo de nuevos productos se entienden aspectos tales como la modificación de fórmulas (77 por ciento de las respuestas),

la copia de productos o fórmulas (50 por ciento) y el desarrollo de formulaciones originales (74 por ciento). Es de notar que 90 por ciento de las empresas han introducido nuevos productos o productos mejorados en los últimos tres años, 70 por ciento han introducido productos que ya existen en el mercado nacional —formulas mejoradas o con pequeñas diferencias— y 52 por ciento han introducido productos nuevos para el mercado mexicano pero existentes a nivel mundial. Así, la actividad de copiar productos parece constituir una práctica importante —más de lo que las empresas están dispuestas a aceptar. Agregamos que 12 por ciento de las empresas introdujeron productos innovadores a nivel mundial.

c) *Búsqueda de alternativas tecnológicas (83 por ciento)*. Esta actividad es importante en la medida en que permite a la empresa obtener información sobre los mercados de tecnología. Los resultados de la encuesta dejan ver que la mayoría de las empresas mantienen una actitud de *alerta* en relación a las oportunidades tecnológicas que ofrece el mercado, aunque ello no resuelve el problema del costo y del acceso a la tecnología.

d) *Fabricación propia de equipos, partes y piezas (63 por ciento)*. Las empresas de la IQM tienen la necesidad de cumplir con especificaciones de la producción que no pueden ser satisfechas por los proveedores. Es así que 43 por ciento de las empresas que fabrican sus propias piezas y partes pertenecen al segmento productivo final, que es aquel con la más alta proporción de productos hechos *a la medida* o con muy estrecha relación con clientes —en la mayoría de los casos otras empresas— y que requieren de procesos productivos —y de maquinaria— muy especializados.

Sin embargo, se trata de una actividad que en teoría debería ser del dominio de los proveedores. Si las empresas de la IQ no están en situación de fabricar sus propios repuestos es por falta de competitividad en los proveedores nacionales y extranjeros, que no son capaces de proporcionar servicios y asistencia técnica adecuada.

e) *Diseño de nuevos procesos (63 por ciento)*. En comparación con los rubros anteriores, relativamente pocas empresas han mencionado tener experiencia en esta actividad que es la más compleja, ya que necesita capacidad de diseño de procesos.

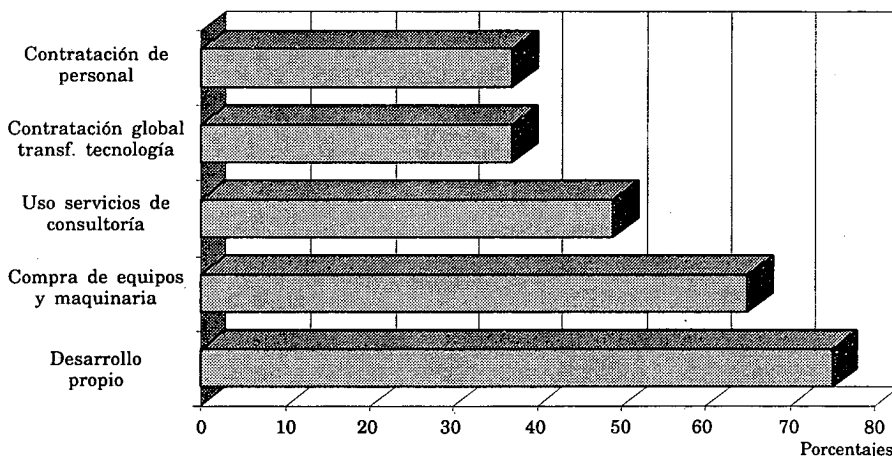
Una primera hipótesis es que los recursos humanos calificados de las empresas no están suficientemente capacitados para realizar

esta actividad o son subutilizados. Una segunda hipótesis es que las empresas utilizan sus recursos humanos y capacidades tecnológicas para realizar adaptaciones y modificaciones de maquinarias, equipos, fabricación de partes y piezas, en vez de asignarlos al diseño de nuevos procesos.

f) *Negociación y contratación de tecnologías (58 por ciento)*. Esta actividad parece la menos importante dentro de las experiencias de las empresas. Solamente 58 por ciento de las empresas la mencionan.

Cuando se analiza el detalle de los mecanismos de adquisición de nuevas tecnologías se observa la importancia del desarrollo propio de las empresas (75 por ciento), mientras que solamente 37 por ciento mencionan los contratos globales de transferencia de tecnología como fuente importante de adquisición. Lo anterior indica una tendencia de mayor utilización de las capacidades internas, que de vinculación con los oferentes de tecnología y de servicios especializados.

Gráfica 4
MECANISMOS PARA LA ADQUISICIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS

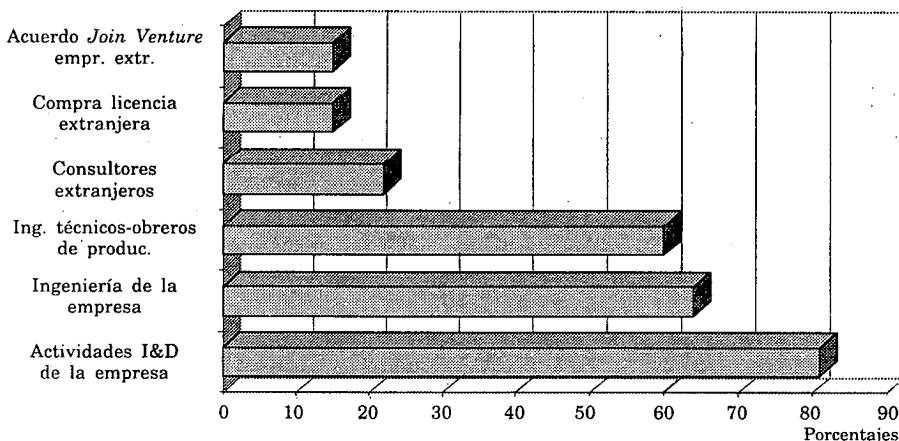


Fuente: ORSTOM-UAMX.

En correspondencia con lo anterior, 82 por ciento de las empresas que han realizado innovaciones de producto manifestaron que el

origen principal de éstas se encuentra en las actividades de I&D de la empresa y 65 por ciento en las de ingeniería, mientras que pocas empresas mantienen acuerdos de cooperación con agentes externos para realizar innovaciones. Porcentajes similares se observaron en las empresas que han realizado innovaciones de proceso.

Gráfica 5
ORIGEN DE LAS INSTALACIONES Y MEJORAS DE PRODUCTO



Fuente: ORSTOM-UAMX.

Un comportamiento moderadamente innovativo de la IQM

De acuerdo con las respuestas de la encuesta, la IQM ha tenido en los últimos cinco años una relativamente baja actividad innovativa. Si bien el 91 por ciento de las empresas ha realizado innovaciones de producto, y el 85 por ciento en los procesos productivos, más de la mitad registró un número menor a 10 innovaciones en ambos rubros, como se observa en el cuadro siguiente:

No. de Innov.	Producto	Proceso
Entre 1 y 9	53.20%	66.90%
Entre 10 y 19	19.20%	14.60%
Entre 20 y 49	11.50%	7.70%
Más de 50	6.90%	3.10%

Fuente. Elaboración propia, Encuesta de la IQM, ORSTOM-UAMX, 1995.

Las innovaciones de producto han sido generadas en el interior de la empresa en 93 por ciento de los casos, y en 65 por ciento las innovaciones han sido producto de una relación con agentes externos. De estos casos, más de la mitad se trata de relaciones con los clientes y apenas un 15 por ciento con instituciones de I&D públicas o privadas. Estos datos reflejan un mayor componente endógeno de la actividad innovativa de las empresas, y en menor medida como resultado de interrelaciones con otras empresas o instituciones.

Ahora bien, con respecto al grado de *novedad* de las innovaciones, hemos preguntado a las empresas si se trataba de productos nuevos a nivel mundial, productos nuevos en el mercado nacional, pero existentes a nivel mundial, o simplemente productos existentes en el mercado nacional, pero nuevos para la empresa. La mayor proporción de empresas (70 por ciento) respondió que se trata de la tercera opción, y sólo un reducido porcentaje (12 por ciento) afirmó haber realizado innovaciones de carácter mundial. Nos encontramos pues en una situación de copia o adaptación, más que de innovación mayor o *radical*.

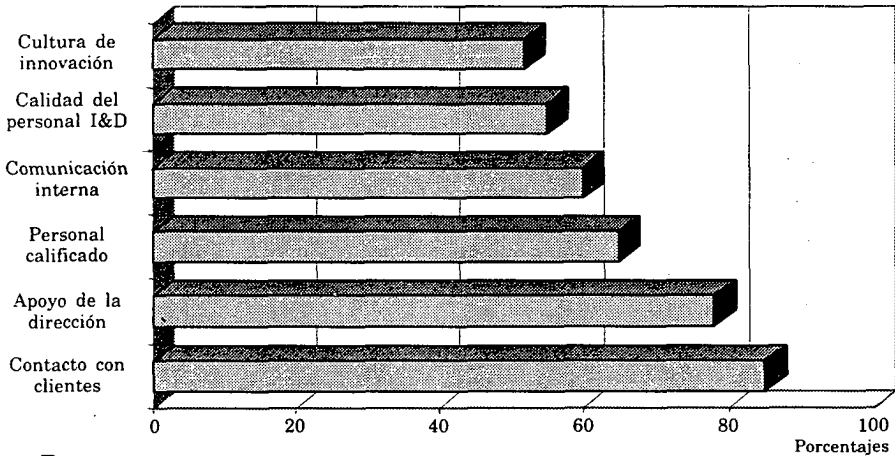
Hacia la constitución de una cultura favorable a la innovación

Desde el punto de vista de las capacidades internas de las empresas para fomentar el aprendizaje tecnológico existen diversas variables y dimensiones relacionadas con lo que podemos llamar la cultura tecnológica, la cual hace referencia a mecanismos, incentivos e interrelaciones que posibilitan o incluso están diseñados para que el conocimiento y la información tecnológica fluyan en el interior de la organización. Sin embargo, como hemos apuntado, en una empresa pueden existir formas de organización, mecanismos e interrelaciones que más bien inhiben el aprendizaje tecnológico y la actividad innovativa.

No es sorprendente que un elevado porcentaje de las empresas de la muestra (83 por ciento) haya manifestado como fuente de la innovación la relación con los clientes. La industria química provee de insumos a un conjunto de industrias del aparato industrial y en ese sentido está sujeta a las demandas de los compradores, por lo que la principal fuente de innovación de los productos sea dicha demanda. Sin embargo, la calidad del personal técnico y calificado también han constituido factores clave para la innovación en las empresas. En la

gráfica 6 se muestran los aspectos que las empresas señalaron como principales fuentes para el desarrollo de sus innovaciones.

Gráfica 6
INFLUENCIAS POSITIVAS PARA LA INNOVACIÓN

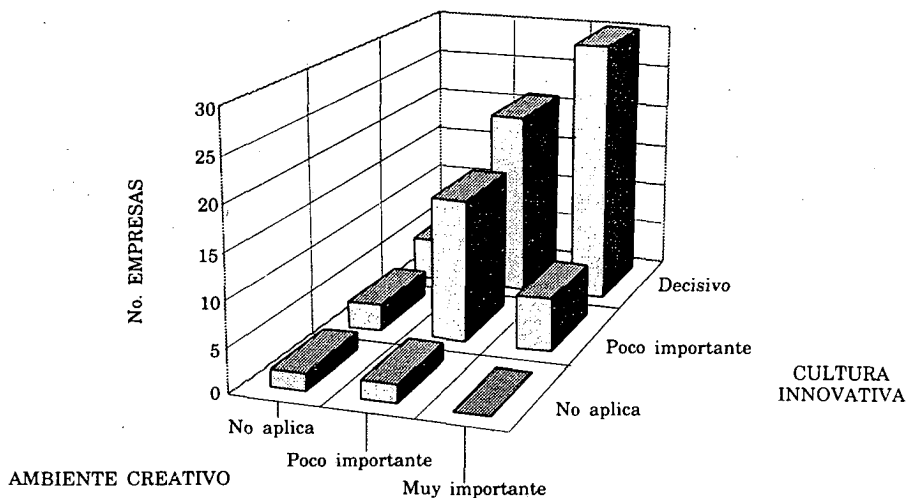


Fuente: ORSTOM-UAMX.

Nuestra encuesta permite identificar diferentes aspectos relacionados con la existencia de un ambiente creativo y estimulante para la innovación en las empresas. Así, más de la mitad de éstas manifestó la existencia de un ambiente favorable a la innovación. Por ejemplo, 77 por ciento revelaron la importancia del apoyo de la dirección y 60 por ciento la comunicación interna entre sus áreas, como aspectos que han influido positivamente en el desarrollo de innovaciones.

Cuando combinamos diversas variables relacionadas con un ambiente interno favorable a la innovación, obtenemos un número relativamente importante de empresas que cumplen con la condición. En efecto, 30 por ciento del universo estudiado cumple con las tres condiciones —buena comunicación interna entre áreas y departamentos, cultura de la empresa que propicia la innovación y la generación de un ambiente que estimula la creatividad— como motivos o aspectos que influyeron de manera decisiva en el desarrollo de innovaciones en las empresas, mientras que otro 40 por ciento manifestó que se trata de factores importantes.

Gráfica 7
AMBIENTE, CULTURA Y COMUNICACIÓN INTERNA COMO MOTIVOS
PARA LA INNOVACIÓN



Fuente: ORSTOM-UAMX.

En el primer apartado de este trabajo planteamos que en la empresa pueden existir reglas y prácticas de comportamiento, así como métodos de organización y de gestión susceptibles de propiciar el aprendizaje tecnológico y la innovación. En ese sentido, otras variables analizadas refuerzan la idea de que efectivamente algunas empresas de la IQM tienen una tendencia a incorporar formas organizativas que favorecen el aprendizaje tecnológico por parte de los individuos. Estas formas pueden ser por ejemplo los círculos de calidad para la resolución de problemas o el mejoramiento continuo implementados por dos tercios de empresas, o el otorgamiento de primas a la productividad que son implementados por más del 30 por ciento de las mismas.

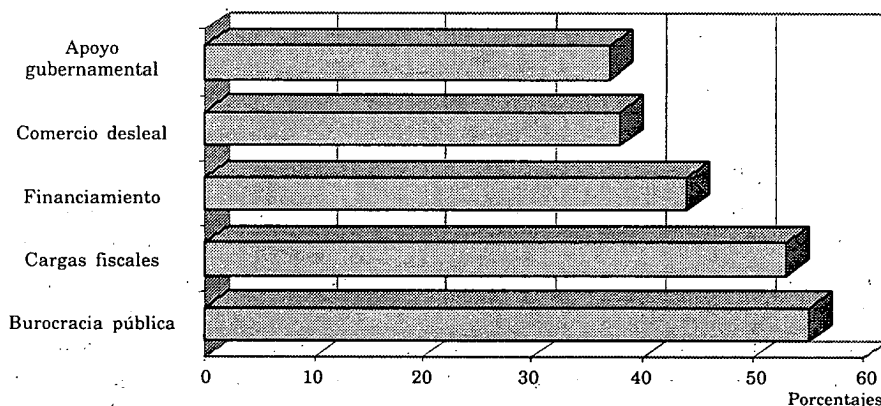
Las empresas de la IQM y su entorno

Las empresas se relacionan con un entorno constituido por clientes, proveedores, competidores, instituciones científicas y tecnológicas

con las que realizan un intercambio formal e informal de conocimientos y de servicios. El intercambio formal lo establecen a través de acuerdos entre las instituciones, mientras que el informal es entre las personas. El tipo de resultados que arroja la encuesta nos permite identificar sobre todo el intercambio formalizado entre las empresas y su entorno.

Algunos de los principales problemas que enfrentan las empresas corresponden al funcionamiento del entorno tecnológico, económico e institucional en el cual se desenvuelven. La gráfica 8 muestra los aspectos o carencias que constituyen factores limitantes o inhibidores para el desarrollo de las empresas de la IQM a las que podemos agregar las restricciones del mercado y el elevado costo del crédito.

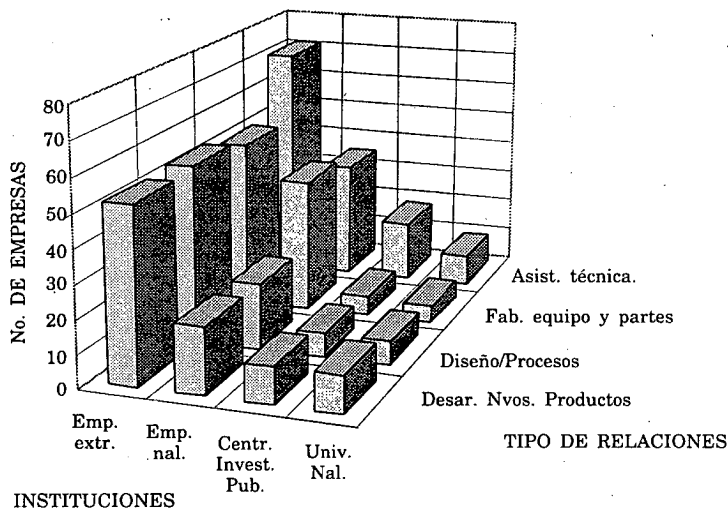
Gráfica 8
PROBLEMAS DEL ENTORNO



Fuente: ORSTOM-UAMX.

La vinculación más importante que las empresas de la IQM establecen en diversos rubros es sobre todo con empresas extranjeras. Posiblemente se trata de relaciones que han mantenido desde la adquisición inicial de las tecnologías de producción, donde predominan las empresas extranjeras. La mayor vinculación con empresas nacionales se refiere principalmente al abastecimiento de equipos en el mercado local y con menor costo. En contraste, los vínculos con instituciones públicas de I&D y con las universidades han sido muy escasos.

Gráfica 9
INSTITUCIONES CON LAS QUE SE ESTABLECEN RELACIONES



Fuente: ORSTOM-UAMX.

De las empresas entrevistadas, sólo 42 por ciento ha realizado algún proyecto de investigación con las universidades o centros de investigación, siendo la UNAM y el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) las más reconocidas. Cabe mencionar que más del 60 por ciento de las empresas desconocen en general la oferta de servicios de estas instituciones, y que 28 por ciento desconfía de los mismos. Por el lado de los apoyos institucionales al desarrollo tecnológico, sólo 17 por ciento de las empresas han sido beneficiadas con apoyos insitucionales del Conacyt, cuyos resultados reflejan los bajos o débiles niveles de cooperación y asociación entre empresas nacionales, y con otro tipo de instituciones.

Conclusión: capacidades innovativas internas y debilidades externas...

Al nivel de agregación con el que hemos relizado el tratamiento de los resultados de la encuesta y la presentación que hemos hecho en

estas páginas, podemos plantear algunas reflexiones con relación a las capacidades innovativas de las empresas de la IQM.

Las empresas muestran una importante capacidad interna de aprendizaje tecnológico, que en parte se debe a las experiencias acumuladas en varios de los rubros estudiados. Destacan las capacidades de copia, mejoras y modificaciones menores a los productos y procesos productivos, y en mucho menor medida las innovaciones llamadas *radicales* por lo que las hemos calificado de moderadamente innovadoras. En ese sentido, la posibilidad de incrementar sus posiciones en el mercado nacional o extranjero con nuevos productos se ve limitada.

La I&D y la ingeniería de las empresas se dedica en buena medida a resolver los problemas de adaptación y modificación de maquinaria, piezas y partes que el mercado de proveedores no es capaz de cubrir y que la apertura comercial no ha coadyuvado a resolver. Las unidades de I&D están jugando un papel de búsqueda de solución a problemas productivos y en mucho menor medida, un papel propositivo. Lo mismo se puede decir de las actividades de ingeniería que muestran una actitud más prudente, con una intensa labor de adaptación de procesos, pero con pocos desarrollos propios y nuevos.

Las experiencias de aprendizaje acumuladas y la tendencia a incorporar prácticas organizativas que fomentan el aprendizaje constituyen un importante potencial para incrementar su actividad innovativa. Sin embargo, la interacción que las empresas establecen con su entorno no parece redundar en un mejor aprovechamiento de dichas capacidades.

Una primera hipótesis es que estratégicamente las empresas prefieren mantener un comportamiento que calificamos hasta cierto punto de autárquico, es decir basado de manera tradicional y casi exclusivamente en sus fuerzas internas, por lo que al aprendizaje tecnológico habría que sumar la necesidad de aprender a relacionarse más dinámicamente con su entorno.

Una segunda hipótesis se refiere a que los agentes que conforman el entorno —empresas proveedoras, instituciones públicas, universidades, etcétera— desconocen o no están en condiciones de satisfacer las demandas del sector de la IQM, sobre todo aquellas relacionadas con el desarrollo tecnológico y los incentivos a la actividad innovativa.

Si una conclusión se desprende de lo expuesto a lo largo de este ensayo, es en el sentido de la necesidad de construir interfases y relaciones más dinámicas entre las microestructuras que conforman las empresas y la macroestructura constituida por el entorno. La posibilidad de dar un salto cualitativo del aprendizaje tecnológico hacia la innovación estriba ciertamente en el mejoramiento de las capacidades internas de las empresas, pero también, en la construcción de un entorno que incite y promueva la innovación, retroalimentando el esfuerzo y las estrategias de las empresas.

Ciudad de México, septiembre de 1995.



BIBLIOGRAFÍA

- AOKI, M. (1990). *La estructura de la economía japonesa*, FCE, México: 310 pp.
- ALTER, N. (1993). "Innovation et organisation: deux légitimités en concurrence", en *Revue française de sociologie*, vol. 34, París, pp. 175-197.
- ARCANGELI, F. (1993). "Local and global features of the learning process", en M. Humbert, *The impact of globalisation on Europ's firms and industries*, Londres: Pinter Publishers, pp. 34-41.
- ARVANITIS, R., A. MERCADO, R. RENGIFO y A. PIRELA (1992). "Technological learning in the venezuelan company: Path of innovation", en *Journal of Scientific and Industrial Research*, vol 51, N° 1, Nueva Delhi, India, pp. 32-41.
- BAGNASCO y SABEL (1994). *PME aide développement économique em Europe*, París: La Decouverte.
- BECCATTINI, G. (1988). "Los distritos industriales y el reciente desarrollo italiano", en *Sociología del Trabajo*, N° 5, Nueva Época, pp. 3-18.
- BOURGUIGNON, A. (1993). *Le modèle japonais de gestion*, París: La Découverte, Col. Repères, N° 121, 125 pp.
- CASALET, M. (coord.), (1995). *Red de apoyos públicos y privados para la competitividad de las PYMES*, México: Nafinsa.
- COLLETIS, G., C. COURLET y B. PECQUEUR (1990). *Les systèmes industriels localisés en France, Italie et R.F.A.*, Grenoble: IREP-D (Série Rapports de Recherche), 133 pp.
- FREEMAN, C. (1988). "Japan: a national system of innovation?", en G. Dosi, et al., *Technical Change an Economic Theory*, Londres: Pinter Publishers, pp. 330-348.
- GANNE, B. (1991). "Les approches du local et des systèmes industriels locaux", en *Sociologie du Travail*, N° 4, París: Dunod, pp. 545-576.
- GJERDING, A. N. (1992). "Work organisation and the innovation design dilemma", en B.A. Lundvall, *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Londres: Pinter Publisher, pp. 95-115.
- HALTY-CARRÉRE, M. (1986). *Estrategias de desarrollo tecnológico para países en desarrollo*, México: El Colegio de México.
- HUCHET, J. (1993). "Le rôle du réceptuer dans l'accumulation es capacités

- technologiques à travers le transfert de technologie”, en INIDET, *2èmes Journées sur l'effcience technique*, Lyon: INIDET/GLYSI.
- JONES, B. y S. WOOD (1984). “Qualifications tacites, division du travail et nouvelles technologies”, en *Sociologie du Travail*, N° 4, París: Dunod, pp. 407-421.
- JULIEN, P. (ed.), (1994). *Les PME, bilan et perspectives*, Montreal: Presses interuniversitaires/Economica, 437 pp.
- KENNY, M. y R. FLORIDA (1993). *Beyond mass production, The Japanese System and Its Transfer to the U.S.*, Nueva York: Oxford University Press, 409 pp.
- KATZ, J. (1976). *Importación de tecnología, aprendizaje e industrialización dependiente*, México: FCE, 226 pp.
- LUNDVALL, B. (1988). “Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation”, en G. Dosi, et al., *Technical Change an Economic Theory*, Londres: Pinter Publishers, pp. 349-369.
- NELSON, R. y N. ROSENBERG (eds.), (1993). *National Innovation Systems, A comparative analysis*, Nueva York: Oxford University Press.
- OCDE (1992). *La technologie et l'économie, les relations déterminantes*, París: Le programme technologie/économie, 265 pp.
- PIRELA, A., R. RENGIFO, R. ARVANITIS y A. MERCADO (1993). “Technological learning and Entrepreneurial Behaviour. A taxonomy of the Chemical Industry in Venezuela”, en *Research Policy*, N° 22 (5).
- PORTER, M. (1991). *La ventaja competitiva de las naciones*, Buenos Aires: Vergara, 1025 pp.
- REIGNER, P. (1993). “The dynamics of small and medium-sized enterprises in Korea and other Asian NIEs”, en *Small Business Economics*, Holanda, vol. 5, N° 1, pp. 23-36.
- REYNAUD, J. (1993). *Les Règles du Jeu. L'Action collective et la régulation sociale*, París: Armand Colin (2a. edición), 312 pp.
- RIZZONI, A. (1994). “Technology and organisation in small firms: an interpretative framework”, en *Revue d'Economie Industrielle*, N° 67, París: Ed. du CNRS, pp. 135-155.
- ROSENBERG, N. (1979). *Tecnología y Economía*, Barcelona: Gustavo Gili, 422 pp.

- RUFFIER, J. (1984). "Industrialiser sans tayloriser", en *Sociologie du travail*, N° 4, París: Dunod, pp. 522-527.
- RUFFIER, J. (1991). "El debate sobre la transferencia de tecnología ha llegado a un estancamiento", en *Sociología del Trabajo*, N° 12, Madrid, pp. 105-122.
- SABEL, C. y M. PIORE (1984). *The second industrial divide*, Nueva York: Basic Books, Inc. Publishers, 355 pp.
- VILLAVICENCIO, D. (1990). "La transferencia de tecnología, un problema de aprendizaje colectivo", en *Argumentos*, México: UAMX, N° 10/11, pp. 7-18.
- VILLAVICENCIO, D. (1994). "Las pequeñas y medianas empresas innovadoras", en *Comercio Exterior*, vol. 44, N° 9, México, septiembre, pp. 759-769.
- VILLAVICENCIO, D. y R. ARVANITIS (1994). "Transferencia de tecnología y aprendizaje tecnológico: reflexiones basadas en trabajos empíricos", en *El Trimestre Económico*, vol LXI, N° 242 abril-junio, México: FCE, pp. 257-279.
- VILLAVICENCIO, D. y M. CASALET (1995). "Desarrollo tecnológico en las pequeñas y medianas empresas. Aproximaciones al caso de México", en T. Calvo y M. Méndez (coords.), *Micro y pequeña empresa en México frente a los retos de la globalización*, México: Misceláneas, pp. 191-218.
- WOOD, S. (1992). "Toyotisme et/ou Japonisation?", en H. Hirata (ed.), *Autour du modèle japonais. Automatisation, nouvelles formes d'organisation et de relations de travail*, París: L'Harmattan, pp. 49-82.