

Las colecciones de Documentos de Trabajo del CIDE representan un medio para difundir los avances de la labor de investigación, y para permitir que los autores reciban comentarios antes de su publicación definitiva. Se agradecerá que los comentarios se hagan llegar directamente al (los) autor(es).

❖ D.R. © 1998, Centro de Investigación y Docencia Económicas, A. C., carretera México-Toluca 3655 (km. 16.5), Lomas de Santa Fe, 01210 México, D. F., tel. 727-9800, fax: 292-1304 y 570-4277. ❖ Producción a cargo del (los) autor(es), por lo que tanto el contenido como el estilo y la redacción son responsabilidad exclusiva suya.



NÚMERO 70

Javier Jasso y Arturo Torres
**APRENDIZAJE TECNOLÓGICO Y COMPETITIVIDAD
EN LAS INDUSTRIAS DE AUTOPARTES Y PETROQUÍMICA
EN MÉXICO**

Resumen

El objetivo de este documento es analizar los procesos de aprendizaje y generación de capacidades tecnológicas en las industrias de autopartes y petroquímica en México, como parte del proceso de competitividad internacional. Este análisis incluye al proceso mediante el cual la tecnología es generada, difundida y útil como fuente de competitividad de largo plazo.

La base del estudio la constituye el material recabado durante una serie de entrevistas realizadas con poco más de 20 grupos corporativos y diversas instituciones tecnológicas, que abarcan a poco más de 50 firmas y una decena de instituciones tecnológicas de ambas industrias.¹

Nuestra conclusión más general es que en ambos tipos de industrias, aunque en muchos casos limitado, ha habido un proceso de aprendizaje tecnológico que les ha permitido a muchas empresas acumular capacidades productivas y escasas capacidades tecnológicas, que les han sido útiles para mantener o aumentar su posición en el mercado.

El documento contiene cinco apartados. En el primero presentamos una breve introducción que considera la importancia del análisis del aprendizaje tecnológico como fuente de competitividad. En el segundo apartado revisamos el "estado del arte" acerca de la importancia del aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas como fuente de competitividad. En el tercer apartado examinamos las características tecnológicas y los principales hallazgos relativos a la importancia del aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas de importantes empresas de autopartes y petroquímicas. En el cuarto apartado, ubicamos a las empresas, de acuerdo al grado de aprendizaje y resultados competitivos obtenidos. Finalmente presentamos las conclusiones y fuentes bibliográficas de esta investigación.

¹ Las entrevistas se realizaron durante los años de 1994 y 1995 como parte de un estudio más amplio sobre políticas y prioridades institucionales para el desarrollo tecnológico de la industria en México. Algunas otras provienen de entrevistas realizadas ocasionalmente con algunos funcionarios de los grupos corporativos durante 1996. Para mayor detalle véase Unger *et al.* (1994a).

I. Introducción

La tecnología y la habilidad para crearla y manejarla se han convertido en parte esencial del proceso competitivo. En el mundo globalizado, la tecnología es un factor necesario para ganar mercados o para conservarlos. Más aún, la capacidad para manejar los procesos de cambio tecnológico es uno de los elementos que define crecientemente la división entre países industrializados y países en desarrollo (Jasso y Torres, 1996).² En este escenario de rápidos cambios tecnológicos, un tema que recientemente ha recibido un renovado interés es el de la transferencia tecnológica y el papel que el aprendizaje tecnológico tiene como fuente de acumulación de capacidades tecnológicas en las firmas y países receptores/as, y por lo tanto, de ventajas competitivas.³

Una de las conclusiones más influyentes, derivada de los acercamientos tradicionales sobre la naturaleza de la tecnología, era que los países en desarrollo, no tenían más que recibir como dadas todas las mejoras desarrolladas por los países innovadores. No se generan, dentro de este modelo, problemas de asimilación de la tecnología transferida. Dado que en ese modelo, las firmas enfrentan una función de producción común, existe un cúmulo de tecnologías disponibles para todos los precios de los factores, con lo cual ninguna adaptación no se requiere y el aprendizaje y esfuerzo técnico específico de la firma son innecesarios e irrelevantes (Nelson, 1987).

El análisis no convencional acerca de la naturaleza y transferencia tecnológica, señala que la tecnología tiene un carácter acumulativo y tácito. Este planteamiento destaca que para llevar a cabo la transferencia, la firma receptora debe desarrollar algún tipo de aprendizaje y capacitación,⁴ (Nelson y Winter, 1982, y Dosi *et al.*, 1988).⁵ La tecnología es un recurso que adquiere cuerpo no sólo en el capital físico, sino también en las habilidades humanas y en las instituciones y estructuras sociales. La tecnología no es un recurso dado y estático, sino un conjunto de capacidades dinámicas utilizadas para absorber, adaptar y avanzar los conocimientos y habilidades

² Una de las características e importancia que asignan los países desarrollados vs. los países en desarrollo a la inversión en tecnología es que del total mundial, la participación de los países desarrollados ha sido mucho mayor (95% de gastos en IyD en promedio entre 1980 y 1990), que la de los países en desarrollo (5% restante). Para mayor detalle véase UNESCO (1994).

³ Los artículos recientes que sumarizan esta información son los de Bell (1983), Bell y Pavitt (1993) y OECD (1992).

⁴ Consideramos que la tecnología debe conceptualizarse no sólo como información, sino que debe abarcar la complejidad técnica, el conocimiento, la organización productiva y las características del producto.

⁵ El abandono del supuesto de que las firmas operan en una función de producción común es el punto de partida de estos enfoques.

productivas existentes. Es decir, el proceso de transferencia de tecnología involucra algo considerablemente más complejo que la importación de bienes de capital y el desarrollo de las capacidades técnicas para operar una planta específica. Entre otros factores, este proceso involucra la genuina adquisición de capacidades para el manejo “completo” de la tecnología, la capacidad para adaptarla y mejorarla, y la utilización de esas capacidades para generar el cambio tecnológico.

Con este marco de referencia establecemos como pregunta guía la de conocer hasta qué punto, a partir de la adquisición de tecnologías importadas, las empresas han podido generar un proceso de aprendizaje y acumulación tecnológica necesario para mantenerse y/o ganar mercados maduros o innovadores.

II. Aprendizaje tecnológico y competitividad

El aprendizaje tecnológico

El aprendizaje es central en el cambio tecnológico y crecimiento productivo de las firmas. La capacidad de las firmas para aprender, refleja su forma de organización, esto es, la existencia o no de jerarquías elevadas y de la forma en que fluye la información. Otro aspecto relevante para el aprendizaje es el grado de acceso hacia las diferentes fuentes de conocimiento como son las universidades, institutos de capacitación técnica, redes de información, conocimientos de otras firmas (véanse figuras 1 y 2).⁶

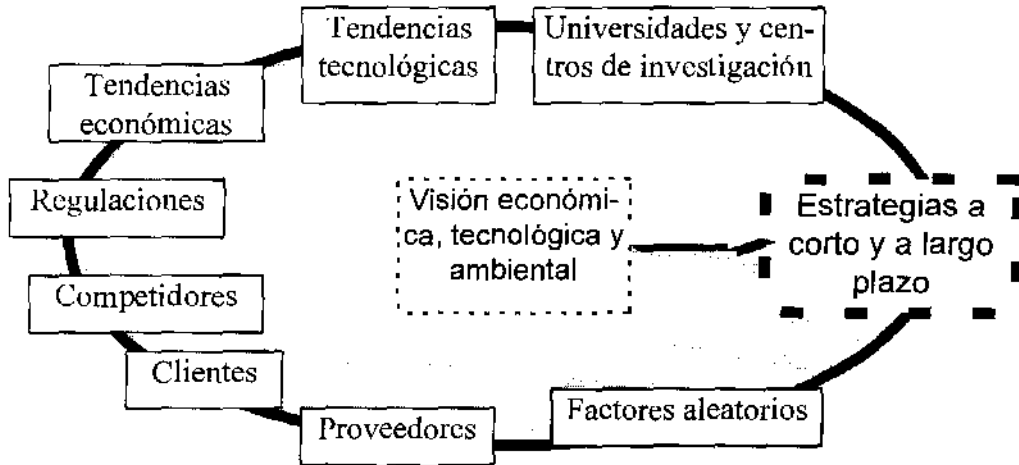
El proceso de aprendizaje es determinante para acumular capacidades tecnológicas más que capacidades productivas. Es decir, la capacidad productiva (o capacidad de producción industrial de un país) es diferente de las capacidades tecnológicas. La capacidad productiva consiste en el stock de recursos (bienes de capital, conocimientos, capacitación laboral, métodos y sistemas organizacionales) requeridos para producir bienes industriales con una tecnología dada. Las capacidades tecnológicas “*technological capabilities*” por otra parte, consisten en los recursos requeridos (incluyendo la capacitación, conocimiento, experiencia y las estructuras institucionales) para generar y administrar el cambio técnico “*technical change*” (Bell y Pavitt (1993).

A partir de esta diferenciación, se identifican también dos procesos diferenciados: el proceso de cambio técnico y el proceso de aprendizaje tecnológico (o acumulación tecnológica). El primero se refiere a la forma en la que la nueva tecnología se incorpora dentro de la capacidad productiva de las firmas o de las economías. La acumulación tecnológica (aprendizaje tecnológico) se refiere a cualquier

⁶Lundvall (1992) distingue cinco dimensiones básicas del aprendizaje: los medios, los incentivos y la capacidad para aprender, el acceso a la información relevante y por último la capacidad de recordar y de olvidar.

proceso mediante el cual se incrementan o refuerzan los recursos para la generación y la administración del cambio técnico (capacidades tecnológicas).

Figura 1
La empresa y su contexto competitivo



Al adquirir una tecnología foránea, la empresa receptora puede ser capaz de adaptarla y mejorarla a las condiciones locales, desarrollar las capacidades tecnológicas y finalmente generar sus propias innovaciones (Hobday, 1990 y 1995). Una parte importante del conocimiento acumulado y tácito, se adquiere dentro de las firmas en las actividades de resolución o eliminación de problemas mediante el aprendizaje tecnológico.

El aprendizaje es el conjunto de procesos mediante los cuales las firmas acumulan conocimiento técnico, *know-how*, y la experiencia relevante para la planeación, construcción, operación, adaptación y mejoramiento de los procesos de producción (Maxwell, 1981). El aprendizaje tecnológico se refiere a los mecanismos y procesos a través de los cuales se efectúa el progreso tecnológico (Hobday, 1990). El aprendizaje tecnológico es un proceso dinámico, difícil y costoso, que normalmente envuelve un esfuerzo deliberado y sustancial y la realización de inversiones por parte de las firmas (Dodgson, 1991, y Malerba, 1992).

El proceso acumulativo puede generar innovaciones. Sin embargo, no siempre esta acumulación se presenta automáticamente, ya que depende de mecanismos de selección "económicos" (demanda de mercado y rentabilidad esperada) e "institucionales" (estrategia productiva de la empresa, disponibilidad de recursos, capacidad gerencial y clima laboral). En este proceso, las firmas pueden o no acumu-

lar capacidades tecnológicas,⁷ más allá de la “apertura de la caja negra”, hasta la identificación y posicionamiento en “nichos del casillero”, en el que se mantengan o potencialicen las capacidades tecnológicas generadas.⁸ El proceso de aprendizaje tecnológico completo abarca desde la acumulación de los conocimientos y las habilidades, incluida la experiencia, hasta la creación de las capacidades propias, que conllevan a las innovaciones. Este proceso de aprendizaje es útil para que las empresas sean competitivas, como enseguida lo argumentamos.

El análisis de la competitividad

La competitividad ha sido identificada comúnmente con el dinamismo en los mercados. Por lo tanto, el análisis de la competitividad internacional, según esta definición, indicaría que un país es competitivo internacionalmente, a medida que aumenta su participación en los mercados internacionales. Si bien esta apreciación es cierta “aparentemente”,⁹ descuida el efecto dinámico, que es el de considerar el cambio tecnológico como un proceso dinámico, diferenciado, acumulativo, y apropiable que, en gran medida, contribuye a la permanencia en ese mercado internacional en el largo plazo, más allá de las discrepancias en cuanto al tiempo y a la mera sobrevivencia.

La competitividad surge y es desarrollada por las empresas operando en un ambiente de competencia. La competitividad empresarial refleja prácticas gerenciales y de administración de los empresarios y ejecutivos de la corporación. Los resultados competitivos, por lo tanto están condicionados a las características de la eficiencia de la estructura económica de cada país, a su infraestructura técnica y a otros factores que determinan las externalidades sobre las cuales las empresas pueden construir o mejorar esa competitividad (véase figura 1).

Dada la especificidad y naturaleza acumulativa y en parte tácita de la tecnología, los componentes más importantes de la acumulación tecnológica se realizan en las empresas y en su ambiente más cercano, que es el de sus proveedores, clientes y competidores actuales y potenciales (véase figura 2).

Consideramos que la competitividad de largo plazo depende en gran medida del proceso de aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas de la firma y/o país receptora. Es decir, que el aprendizaje tecnológico es específico de la firma

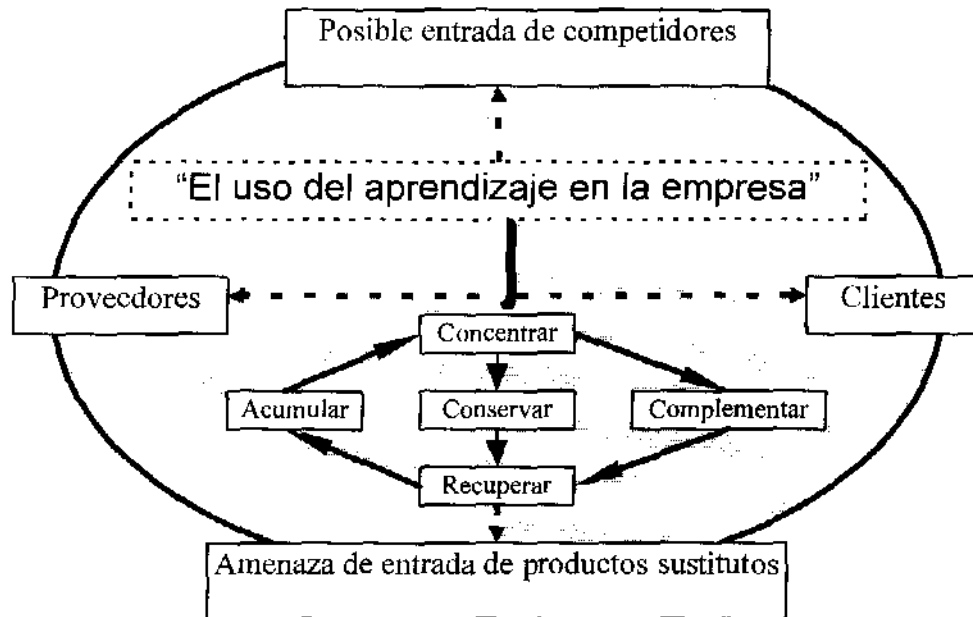
⁷ Coincidimos con Hobday (1995), cuando advierte que “el aprendizaje por sí mismo no siempre genera progreso tecnológico”.

⁸ Para una discusión de este tema para el caso de los países latinoamericanos véase Esser *et al.* (1993).

⁹ Retomamos el concepto de “competitividad aparente” de Chudnovsky y Porta (1990), para referirnos a los resultados obtenidos por los indicadores de ventajas comparativas para un país que, a su vez, están identificados con los enfoques convencionales de la teoría neoclásica del comercio internacional.

y es necesario para asimilar la tecnología adquirida.¹⁰ Este proceso incluye los esfuerzos realizados por las firmas-países receptores, como son los recursos y acciones destinados a asimilar, adaptar y hacer mejoras sobre la tecnología original.¹¹

Figura 2
Escenario competitivo y aprendizaje tecnológico en la empresa



Proponemos una matriz de competitividad en la que identificamos posiciones estratégicas precisas que interrelacionan variables de madurez tecnológica y de aprendizaje tecnológico.

La posición competitiva puede variar dependiendo de la interrelación entre la madurez del mercado y el aprendizaje tecnológico. Es decir, puede modificarse la situación competitiva de los agentes pudiendo definir como competitivos a aquellos que se posicionan en la situación óptima. Los otros matices de competitividad están

¹⁰ Este planteamiento puede verse con mayor detalle en Nelson (1987).

¹¹ Los resultados de acumulación de capacidades tecnológicas que derivan las firmas del hecho de adoptar tecnologías foráneas son variables. Existe un considerable número de estudios empíricos que exploran los recursos requeridos para adquirir, utilizar y mejorar la tecnología en la producción industrial, así como los procesos involucrados en la acumulación de dichos recursos. Véanse, Teitel (1982), Katz (1984), Bell, Ross-Larson y Westphal (1984), y Lall (1987 y 1992). Los trabajos de Teece *et al.* (1988 y 1993), Prahalad y Hamel (1990 y 1994) y Cantwell (1991) destacan la importancia del aprendizaje en la generación de capacidades relacionadas con la competitividad tecnológica.

relacionados con posiciones vulnerables (cuando el mercado es dinámico, pero donde se realizan pocos esfuerzos de aprendizaje y las posibilidades de permanecer en el largo plazo son escasas y las de demanda estancada, que es cuando se ubican en mercados no dinámicos, pero se realizan importantes esfuerzos de aprendizaje tecnológico. Los resultados competitivos de mercado en combinación con los niveles de madurez productiva, mostrarán tipos de competitividad diferenciadas como lo mostramos en la figura 3.¹²

Figura 3
Resultados y tipos de competitividad

Mercados dinámicos	<p>“APARENTE O VULNERABLE” Mercados maduros dinámicos con pocos esfuerzos de aprendizaje tecnológico</p>	<p>“ÓPTIMA O GENUINA” Mercados innovadores dinámicos con importantes esfuerzos de aprendizaje tecnológico</p>
Mercados estancados	<p>“NO COMPETITIVA O DE RETIRADA” Mercados maduros no dinámicos con pocos o nulos esfuerzos de aprendizaje tecnológico</p>	<p>“DEMANDA ESTANCADA” Mercados innovadores estancados con importantes esfuerzos de aprendizaje tecnológico</p>
	Poco esfuerzo por aprender	Importante esfuerzo por aprender

Es decir, no necesariamente una mayor participación en el mercado internacional implica una mayor competitividad, que definimos como “óptima o genuina”, a menos que este resultado refleje un mayor aprendizaje tecnológico. Es de suponerse que en los mercados maduros las posibilidades de aprendizaje son más simples, porque la difusión tecnológica es mayor y, en los mercados innovadores es más complejo y difícil el aprendizaje tecnológico. Esto es así, porque el conocimiento se encuentra internalizado en las empresas que realizan la invención o innovación, o bien, está protegido en diversas regulaciones. Esta propuesta es válida a nivel de países y/o grupos corporativos.

Dado el esquema anterior, proponemos para efectos de nuestra investigación que la competitividad internacional está relacionada con la posición en el mercado

¹² Esta parte metodológica está basada en Jasso (1996a y b).

(estancado-dinámico/maduro-innovador), que ocupa la industria, producto o empresa de un país, con perspectiva de mantenerse en el largo plazo generado por un largo y/o importante proceso de acumulación vía el aprendizaje tecnológico (véase figura 4).

Figura 4
Situaciones posibles para identificar resultados competitivos

Participación y/o madurez de mercado	
Mercados dinámicos	<p>VULNERABLE Productos o ramas maduras en mercados dinámicos donde el aprendizaje es más simple</p> <p>ÓPTIMA Productos-ramas innovadoras en mercados dinámicos donde el aprendizaje es más complejo</p>
Mercados estancados	<p>DE SALIDA O RETIRADA Productos o ramas maduras en mercados estancados donde el aprendizaje es más simple</p> <p>DEMANDA ESTANCADA Productos-ramas innovadoras en mercados estancados donde el aprendizaje es más complejo</p>
	<p>Aprendizaje simple/ramas maduras Aprendizaje complejo/ramas innovadoras</p>

Una vez propuesta la metodología para el análisis de la competitividad, identificamos los rasgos que ha tenido dicho proceso en relación con algunas variables de la organización industrial, como son la propiedad y la orientación de mercado, como lo señalamos enseguida.

III. El aprendizaje tecnológico: del mercado cautivo a la competencia internacional

En este apartado presentamos las características y esfuerzos relacionados con el proceso tecnológico en las industrias de autopartes y petroquímica.¹³ El aprendizaje

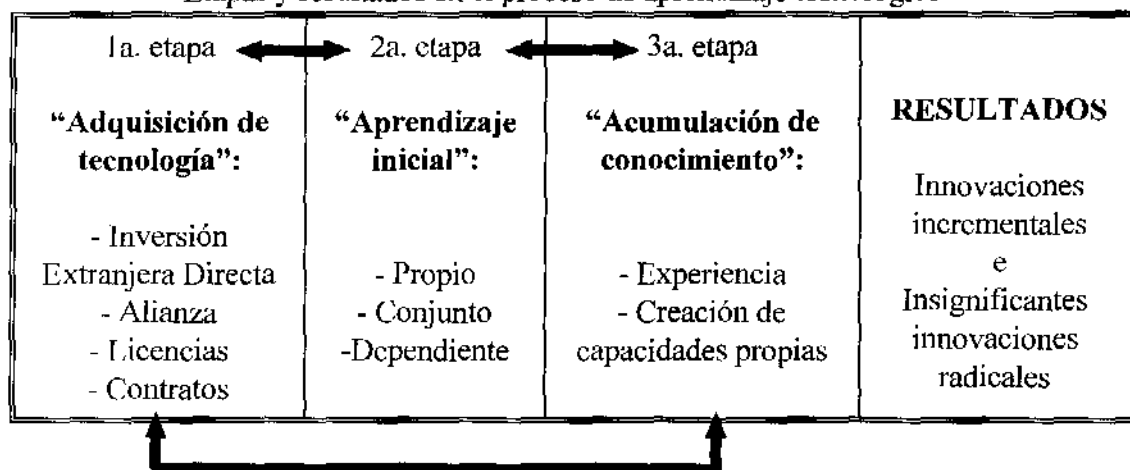
¹³ Los criterios de selección de la muestra incluyen las principales firmas de cada sector que elaboran productos innovadores y/o maduros, que pueden ser independientes o integradas en grupos corporativos nacionales y/o extranjeros. La muestra incluye la participación extranjera, que generalmente se presenta en una alianza o *joint venture*, entre un grupo nacional y uno extranjero, en la que

tecnológico es difícil de distinguir y de ser mensurable de manera precisa de las otras actividades manufactureras, por lo que es a menudo cualitativo. Abarca usualmente conocimiento y experiencia y es generado por un rango de fuentes formales e informales, que incluyen las actividades de investigación y desarrollo, innovación, cambios tecnológicos incrementales y las habilidades gradualmente acumuladas en el desarrollo de las actividades de producción. Entre los mecanismos formales de aprendizaje están el entrenamiento y capacitación en el puesto de trabajo “*on the job*”, y entre los informales están la imitación y la copia.

El proceso de aprendizaje tecnológico completo abarca desde la acumulación de los conocimientos y las habilidades, incluida la experiencia, hasta la creación de las capacidades propias, que conllevan a las innovaciones (véase figura 5).

Figura 5

Etapas y resultados en el proceso de aprendizaje tecnológico



Origen, propiedad y contratos tecnológicos

Las industrias de autopartes y petroquímica mexicana dependen en alto grado de la tecnología extranjera.¹⁴ El inicio del proceso lo constituye la obtención de tecnologías foráneas por las vías de la inversión extranjera, el licenciamiento y las asociaciones estratégicas en *joint ventures* (véase cuadro 1).

Una de las medidas impulsoras del aprendizaje tecnológico fue el de implantar requisitos de capital mayoritario nacional a las empresas en los años sesenta.

el socio extranjero aporta la tecnología por una participación, generalmente menor al 50% del capital accionario.

¹⁴ En el caso de la industria de autopartes, aproximadamente el 75% de la tecnología que utilizan proviene de otros países: 63% de EUA, 17% de Alemania, 6% de Japón y 4% de Inglaterra, (Secofi, 1993).

Cuadro 1
Características tecnológicas de empresas seleccionadas

INDUSTRIA/ Firma	Propiedad	Productos	Edad (años)	Mercado Principal	
				Doméstico	Export.
<i>AUTOPARTES (principal cambio técnico de producto):</i>					
<i>Domésticas:</i>					
Cifunsa	ID	Monoblocks	62		*
IASA (Ind.Rmz	CD	Rines y ruedas	37	*	
Rassini	CD	muelles y partes	65		*
Tebo	CD	Partes p/frenos	30	*	
<i>Joint Ventures:</i>					
Mex-Par	JV/ID	Radiadores	35	*	
Auto Precisa	JV/CD	Anillos p/motor	31	*	
eosa	JV/CD	Componentes plásticos	28		*
Spicer	JV/CD	Frenos	50	*	
Metalsa	Jv/ID	Chasises	28		*
<i>Extranjeras:</i>					
CISA	T	Asientos	51		*
Deltrónicos	T(m)	Radios	13		*
AIPSA	T(m)	Destelladores	15		*
Trico	T(m)	Limpiaparabrisas	7		*
<i>PETROQUÍMICA (principal cambio técnico de procesos):</i>					
<i>Domésticas:</i>					
Tdosa	ID	Intermedios	25	*	
Adhesivos	ID	Resinas	20	*	
Kimex	ID	Intermedios y fibras	40	*	
Fisisa	ID	Fibras	20	*	
Pemex	ID	Básicos, int. y resina	58	*	
CYDSA	CD	Fibras, resinas	54	*	
Primex	CD	Resinas	-	*	
<i>Joint Ventures:</i>					
GIRSA	Jv/CD	Adhesivos, resinas	56	*	
Celanese	JV/CD	Fibras, resinas	50		*
Akra-Alfa	JV/CD	Fibras, resinas	20		*
Temex-Alfa	JV/CD	Intermedios	18		*
Fibras Químicas	JV/CD	Intermedios, fibras	20		*
Polímeros	Jv/CD	Intermedios, resinas	18		*
<i>Extranjeras:</i>					
Dupont	T	Especialidades	25	*	
Bast	T	Especialidades	54	*	
Bayer	T	Especialidades	nd		
Hoechst	T	Especialidades	56	*	
Rhom and Hass	T	Especialidades	35	*	

FUENTE: INA (1993), ANIQ y entrevistas.

Notas:

¹ T= Propiedad 100% extranjera; JV=Joint venture; CD=Conglomerado doméstico; ID= Firma doméstica independiente; T - Extranjera (m; maquiladora

² Por origen del capital las empresas pueden ser: extranjeras - T y nacionales (con capital 100% o mayoritariamente nacional)= JV, CD e ID.

Esta regulación incidió en que los arreglos contractuales para obtener tecnología asumieran diversas formas, incluyendo licencias de fabricación, uso de marcas, y asistencia técnica y comercial.¹⁵ Es decir, la importancia del capital nacional determinó en forma importante la diversificación de las fuentes de la tecnología adoptada (véanse cuadros 1 y 2).¹⁶

El tipo de fuente tecnológica depende del tipo de relación que establece una empresa con otra (vínculos de propiedad) y, en menor medida, en contratos de transferencia (véase cuadro 1). El 33% de la transferencia de tecnología es entre empresas con vínculos de propiedad, sobre todo entre la matriz y la filial (Secretaría de Trabajo y Previsión Social). El 23% del acceso tecnológico se lleva a cabo de manera "integrada" en la compra de maquinaria, que como práctica común no se registra frecuentemente entre matrices y filiales. La compra de paquetes tecnológicos representa alrededor del 10% de las compras de tecnología (Moreno, 1994).

En muchas ocasiones, los grupos nacionales han recibido respaldo tecnológico de los grupos extranjeros para alcanzar los requerimientos de calidad marcados por los líderes internacionales. No obstante, son pocas las empresas mexicanas que han logrado alcanzar los niveles de costo y calidad requeridos para vender en los mercados internacionales, particularmente en el mercado norteamericano (OTA, 1992).

Las empresas nacionales obtienen la tecnología a través de contratos de transferencia establecidos con grandes empresas internacionales y son poco diversificadas en sus fuentes tecnológicas. En algunos casos, las firmas que se han relacionado con las empresas licenciadas hace ya muchos años han sido capaces de llevar a cabo un proceso de aprendizaje que les ha permitido hacer desarrollos propios a partir de la tecnología foránea (véase cuadro 1).

En el caso de los *joint ventures*, la tecnología proviene principalmente del socio extranjero, pero existe una mayor diversificación de las fuentes de tecnología. La tecnología en este caso puede provenir de contratos de licenciamiento y de algunos desarrollos propios.

Algunas firmas mexicanas han diversificado sus fuentes tecnológicas mediante la formación de alianzas estratégicas con empresas de EUA y europeas.¹⁷ Este proceso de diversificación y de formación de alianzas ha permitido a las firmas nacionales los niveles de costo y calidad necesarios para vender en el mercado internacional (véase cuadro 2).

¹⁵ Comúnmente las empresas de propiedad extranjera suelen manejarse a través de un solo contrato en el que se incluyen todos estos aspectos, englobados genéricamente en acuerdos de asistencia técnica.

¹⁶ Aun cuando muchas empresas utilizan tecnologías de producto actualizadas, se estima que la edad promedio de las tecnologías de proceso en México tiene de 10 a 20 años de atraso (IMEF, 1993).

¹⁷ Esta ha sido la estrategia reciente de firmas de autopartes (RASSINI, METALSA, SPICER), y petroquímicas (ALFA y CYDSA).

Cuadro 2
Principales fuentes de tecnología de las empresas entrevistadas

<i>INDUSTRIA</i>		<i>Fuentes de transferencia:</i>	
<i>Firmas</i>	<i>Principales tecnologistas</i>	<i>Inversión extranjera</i>	<i>Licencias</i>
TOTAL		22	20
AUTOPARTES		10	8
<i>Domésticas:</i>			
Cifunsa	Tekside		*
IASA-Ind.Rimz	Clearing		*
Rassini	NHK, Lear Seating	*	*
Tebo	Alfred Teves, TRW, Kelsey Hayes		*
<i>Joint Ventures:</i>			
Mex-Par	Modine	*	*
Auto Precisa	Perfect Circle	*	*
ROSA	Hella	*	
Spicer	Dana, Victor, Stanadyne, GKN, Atsugi Kelsey Hayes, Malhe, Perfect Circle	*	*
Metalsa	A.O.Smith, Miyzu Sumitomo, Solvay Aut.	*	*
<i>Extranjeras:</i>			
CISA	Lear	*	
Deltrónicos	Matriz (DELCO-GM)	*	
AIPSA	Matriz (Stans Co.)	*	
Trico	Matriz (Trico Co.)	*	
PETROQUÍMICAS:		12	12
<i>Domésticas:</i>			
Idesa	No tiene		*
Adhesivos	No tiene		*
Kimex	No tiene		*
Fisisa	Toray	*	*
Pemex	Amoco		*
CYDSA	Akzo, Bayer, Mitsubishi, Allied Signal	*	*
Primex	No tiene		*
<i>Joint Ventures:</i>			
Fibras Químicas	Dupont	*	*
Akra-Alfa	Basf	*	*
Temex-Alfa	Amoco, Himont		*
GIRSA	Monsanto (-) y Cabbot	*	*
Celanese	Hoechst	*	
Polimeros	Atochem	*	*
<i>Extranjeras:</i>			
Dupont	Matriz	*	
Hoechst	Matriz	*	
Basf	Matriz	*	
Bayer	Matriz	*	
Rhom and Hass	Muiriz	*	

(-) Hasta 1991.

FUENTE: Nafinsa, *El Mercado de Valores*, núm 24, diciembre de 1991; *El Financiero*, 14 de julio de 1992; INA (1993) y entrevistas.

En los *joint ventures* existe la posibilidad de desarrollar innovaciones incrementales propias por parte de las firmas en México, hay varios casos de adaptaciones y mejoras a procesos y productos (véase cuadro 2).

En las firmas de propiedad extranjera, la tecnología proviene de la casa matriz o de filiales del conglomerado transnacional (véase cuadro 1). Existe un margen más limitado para el aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas que en los otros dos grupos de empresas (nacionales y *joint ventures*). Las adaptaciones tecnológicas se realizan normalmente con una asesoría estrecha de la empresa extranjera. En estos casos, el aprendizaje está más relacionado con un proceso de cambio técnico.

Cuando existen relaciones de propiedad, es decir, cuando la tecnología proviene de la inversión extranjera por el *joint venture*, la relación existente ha sido existosa, en cuanto al acceso a información, asistencia técnica, y cooperación del socio extranjero en las asesorías y apoyo tecnológico.¹⁸

En algunos casos, la transferencia de tecnología provoca restricciones de entrada a los mercados de exportación de manera directa por parte del *joint venture*. Esto constituye una limitante para una inscripción dinámica, ya que aunque se alcanzan niveles de calidad competitivos internacionalmente, la mejora tecnológica lograda no se convierte en el elemento de empuje hacia nuevos mercados, lo que minimiza o desincentiva las perspectivas de mejoras competitivas en el largo plazo. La tecnología queda así "atada" a las restricciones establecidas por la empresa proveedora de la tecnología.

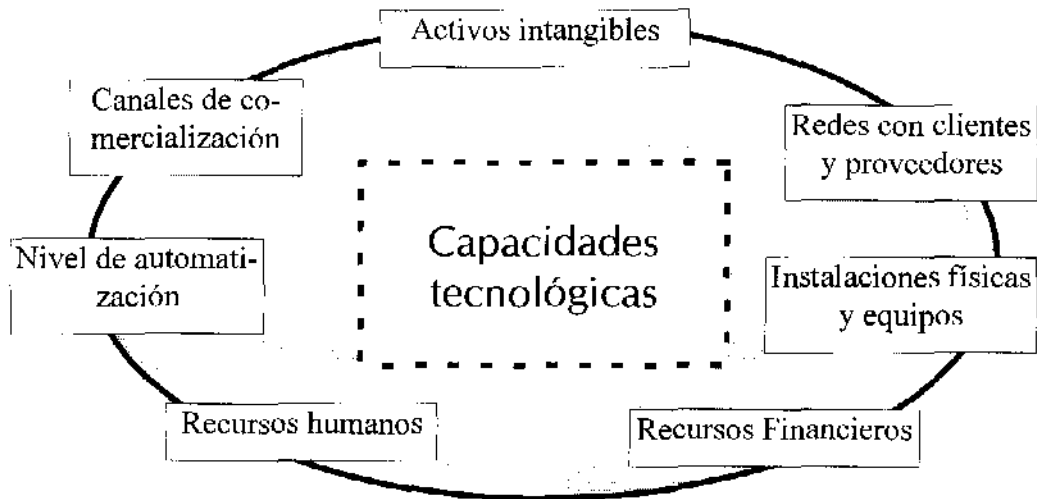
Capacidades tecnológicas de las empresas

Las capacidades tecnológicas de las empresas abarcan los recursos visibles o intangibles que le permiten permanecer en el mercado, como son las instalaciones físicas, el equipo, los recursos humanos, financieros y técnicos, el nivel de automatización y sus activos intangibles como patentes, licencias, etc. (véase figura 6).

Cada uno de estos elementos conforman la estructura organizacional que define la dinámica y tipo de aprendizaje tecnológico. Nuestro análisis abarca los siguientes indicadores: el de las instalaciones físicas y equipo, el nivel de automatización y el de la capacitación de los recursos humanos (véase figura 6), que son tratados con mayor detalle enseguida.

¹⁸ Las asesorías y el apoyo tecnológico abarca nuevas especificaciones, utilización de nuevos materiales, la implantación de nuevos procesos y sugerencias en modificaciones o implantación de innovaciones organizacionales.

Figura 6
Las capacidades tecnológicas de las empresas



Instalaciones físicas y equipo

La mayoría de las empresas entrevistadas cuentan con instalaciones básicas para llevar a cabo pruebas de control de calidad y análisis de resistencia y de materiales (véase cuadro 3). Sin embargo, son pocas las que han integrado las funciones tecnológicas en un esquema de más largo alcance estableciendo centros de tecnología (CT), unidades de desarrollo de proyectos y/o centros de entrenamiento técnico.

En los casos en que se ha creado un CT corporativo, es común encontrar que más de 90% de los servicios son otorgados a las propias empresas del grupo. En otros corporativos también se han establecido CT en diferentes líneas de negocios en donde obtienen sinergias y economías de alcance entre ambos CT. La mayoría de los CT creados surgieron en la segunda mitad de la década de los años ochenta. Su origen tiene como antecedentes esfuerzos iniciales de al menos 20 años, en centros de ingeniería, que operaban en las plantas del grupo.¹⁹

Entre las causas que impulsaron la creación de los CT, destaca la de enfrentar a la competencia derivada de la apertura al mercado internacional, lo cual llevó a algunos grupos a duplicar el presupuesto asignado al CT a los pocos años de haberlo establecido. Ante esta presión competitiva, recientemente algunos conglomerados han impulsado el fortalecimiento de las redes entre sus diversos grupos corporativos, para definir proyectos estratégicos y tecnológicos que les permitan obtener economías de escala, de alcance y potencializar su conocimiento tecnológico.

¹⁹ Aunque cada planta sigue contando con su centro de ingeniería, solo se hace tecnología de proceso.

Un caso destacado es el de los CT de un gran conglomerado que tiene dos CT, uno en autopartes y el otro en petroquímica. En el CT de autopartes la tecnología de producto es desarrollada por el CT en un proceso de retroalimentación continuo para todas las empresas de la división (alrededor de 22). El CT apoya al grupo corporativo en la selección, adaptación y crecimiento de los sistemas de software y de nuevos productos y procesos productivos. La ingeniería de producto incluye el diseño, análisis de esfuerzos, desarrollo de prototipos y pruebas físicas.

El CT de petroquímicos surgió con una visión estratégica para desarrollar tecnologías propias y asistencia técnica a las propias empresas del grupo corporativo petroquímico. Ante un escenario de apertura, este conglomerado preveía la posible terminación de la alianza con uno de sus socios tecnológicos extranjeros más importantes. Este CT en petroquímicos, desarrolla en estrecha vinculación con las otras empresas de esta división, proyectos destinados a atender los requerimientos o resolución de dificultades de las empresas del grupo petroquímico.

Las capacidades productivas y tecnológicas generadas en ambos CT los ha impulsado a establecer redes entre ambos grupos corporativos del conglomerado con la finalidad de obtener economías de escala, de alcance y de conocimiento. Con este esquema, mantienen la relación de proveedor-usuario, impulsan las ideas generadas por las empresas solicitantes e internalizan el conocimiento generado en el conglomerado.

Los proyectos incluyen la ingeniería básica, la ingeniería de proceso, prototipos, pruebas que incluyen la resistencia de materiales y reactivos, así como la selección de la maquinaria y el equipo. Una vez que se ha generado algún nuevo producto o proceso, el escalamiento del laboratorio a la planta es una actividad conjunta entre el CT y la empresa. El tiempo de duración de los proyectos es de 6 meses a 3 años, lo que implica una planeación más corta, con rentabilidades esperadas de corto plazo, en contraste con los líderes internacionales, quienes lo planean a mediano y a largo plazo.

Grado de automatización

El grado de automatización y la implantación de cambios organizacionales ha sido resultado de las alianzas estratégicas, o bien, la actualización forzosa implantada por la creciente competencia. Las características de este ambiente competitivo ha evidenciado que las empresas de autopartes tiendan más a la automatización que las petroquímicas (véase cuadro 3).

Esta tendencia está relacionada con la aplicación de esquemas de organización flexible, resultante del tipo de mercado al que se dirige la producción y del tamaño de la empresa. La automatización es más frecuente en firmas grandes orienta-

das a la exportación que en empresas cuya producción se dirige al mercado nacional.²⁰

Cuadro 3
Capacidades tecnológicas de las empresas

<i>INDUSTRIA/ Firma</i>	<i>Instalaciones para actividades tecnológicas</i>	<i>Capacitación y cursos</i>	<i>Grado de automatización</i>
<i>Firmas/Grupos de autopartes:</i>			
<i>Nacionales:</i>	CC, IP, AP, CAD	Sistemas p/fabricación, QT, entrenamiento técnico, cursos CAD-CAM y CEP, desarrollo de productividad e inducción	Regular
<i>Joint ventures:</i>	CT, CC, CAD	Cursos a la medida, CEP, QT, CAD, inducción, procesos operativos, des. de producto, robótica y diseño	Alto
<i>Extranjeras:</i>	CC, CT	Ingeniería de calidad, sist. soporte clientes, procesos de operación, inducción e inventarios	Alto
<i>Firmas/Grupos petroquímicos:</i>			
<i>Nacionales:</i>	CC, IP, AP CEP	QT, entrenamiento técnico, inducción	Bajo
<i>Joint ventures:</i>	CT, CC, PP, QT, AP, CEP	Cursos a la medida, prevención de riesgos procesos operativos, QT, inducción, manejo de procesos y reactores,	Bajo
<i>Extranjeras:</i>	CC, CEP	Inducción, asistencia a clientes, procesos de operación, e inducción	Regular

FUENTE: Elaboración propia con base en entrevistas.

Notas: CC= control de calidad; PP= Planta piloto; CAD= Diseño asistido por computadora, CAM= Manufactura asistida por computadora; CT= Centro tecnológico; AP= Análisis de pruebas; CEP= Control estadístico de proceso; QT= Calidad total

La reestructuración de ambas industrias ha incidido en la implantación de cambios importantes en las prácticas productivas de las empresas. Las empresas de autopartes han intensificado los cambios organizacionales en un intento de ser proveedores de los grandes conglomerados transnacionales. En las empresas petroquímicas la aplicación de los esquemas flexibles es menos intenso y el objetivo es cfi-

²⁰ En el caso de las empresas petroquímicas los sistemas flexibles se aplican más como una tendencia generalizada que como una filosofía o requerimientos del usuario, y está más relacionada con aspectos de aplicación más genérica, como es la calidad total, y menos con los sistemas justo a tiempo (JAT).

cientar los procesos administrativos, intentando alcanzar los estándares de calidad internacional.

La automatización es más intensa en la tecnología incorporada al capital, en especial en el control de procesos continuos y el control en los reactores, así como en la maquinaria y equipo. Muchos de estos cambios han sido el resultado de la adaptación a nuevas rutas tecnológicas introducidas en el propio proceso productivo a lo largo de la vida de la empresa (véase cuadro 3).

Capacitación y entrenamiento

La capacitación ha adquirido una importancia generalizada, aunque predominan cursos con poco grado de complicación técnica y de poca continuidad, como los de inducción o de inventarios.

Los cursos con mayor complejidad son menos frecuentes y se relacionan con las técnicas productivas más eficientes y recientes. Entre los más usuales están los de los modelos de calidad total, y con el control estadístico de procesos. Este tipo de cursos están relacionados con la implantación reciente de innovaciones organizacionales, como lo señalamos antes (véase cuadro 3).

La mayoría de las firmas aceleraron su proceso de entrenamiento y, en menor medida, de cursos, cuando implantaron cambios organizacionales y productivos a finales de los años ochenta y los intensificaron en los años noventa. La implantación de estos cambios en forma de innovaciones organizacionales les ha permitido, sobre todo a las empresas de autopartes, como resultado de este proceso de entrenamiento forzoso, establecer relaciones más consistentes y de más largo plazo con las empresas usuarias que son las grandes ensambladoras transnacionales.

Poco personal tiene oportunidad de prepararse en las áreas de ingeniería y gestión tecnológica. La mayor parte de las firmas que promueven este tipo de preparación, envían a sus ingenieros con el socio tecnólogo o con empresas de la industria terminal a capacitarse en aspectos básicos, casi siempre relacionados con la puesta en marcha de un nuevo proceso, relacionado con la fabricación de un nuevo producto y/o proceso.

En algunos grupos petroquímicos existe el esfuerzo por capacitar a sus empleados, obreros e investigadores, con una importante base educativa desde la licenciatura hasta el doctorado. Al respecto, uno de los grupos destacados ha sido muy activo en mantener importantes relaciones con Universidades, (la UNAM-Facultad de Química, la UAM-Iztapalapa y la Universidad de Guadalajara), con centros de investigación como el Centro de Investigación en Química Aplicada e instituciones regulatorias. Su colaboración ha sido a través de la creación de programas Universidad-Industria, que incluyen becas, estancias en las empresas y premios en investigaciones aplicadas. Por desgracia, las necesidades de formación de recurso humano al-

tamente capacitados a nivel doctoral son mayores que las que genera nuestro sistema educativo.

Adaptaciones y cambios incrementales

Las adaptaciones abarcan desde los aspectos de diseño y mejoras en productos, hasta los cambios en procesos, incluidos los propios de la producción (reactores y sistemas), hasta aspectos de tecnología blanda relacionada con el software y sistemas de organización flexible (véase cuadro 4).

Diseños y mejoras en producto

En general, las empresas mexicanas reciben los diseños de las empresas extranjeras. En algunos casos, han desarrollado adaptaciones, pero han sido básicamente para los productos destinados al mercado nacional (véase cuadro 4).

Cuadro 4
Adaptaciones y reconocimientos de calidad

<i>INDUSTRIA/ Firma</i>	<i>Adaptaciones/mejoras tecnológicas realizadas</i>	<i>Reconocimientos de calidad</i>
<i>Firma/grupo de autopartes (cambios menores en productos):</i>		
Nacionales:	Diseño y cambio menor en producto	Q1, Pentasar, Spear
<i>Joint ventures:</i>	Diseño, automatización de procesos, adaptación tecnológica, y cambio menor en procesos	Q1, TQE, Pentasar
Extranjera:	Diseño, mejora en procesos	Q1, NUMMI
<i>Firma/grupo petroquímicos (cambios menores en procesos):</i>		
Nacionales:	Cambio menor en proceso	Premio Nal. Calidad En perspectiva ISO-9000
<i>Joint ventures:</i>	Eficientización de procesos, adaptación tecnológica, y cambios menores pocos mayores en procesos	ISO-9000 e ISO 9001
Extranjera:	Adaptación de tecnología y cambios menores en procesos	Cumple con las normas internacionales de la matriz

FUENTE: Entrevistas a empresas

Estas adecuaciones resuelven las dificultades comunes en las condiciones del terreno (tipo de carreteras, altitud) y normas de seguridad distintas y, por lo regular, menos estrictas en México.

En las empresas petroquímicas existen muy pocas mejoras en el producto, ya que se trata de bienes intermedios para otras industrias y en donde el grado de diferenciación es muy pequeño. Destacan el grupo Idesa, con un nuevo plastificante, y GIRSA, con el desarrollo y escalamiento a planta de un producto no relacionado directamente con la petroquímica, que es un producto alimenticio que da un pigmento especial a las avcs. La búsqueda es en cuanto a nuevas aplicaciones, aunque los resultados son escasos. Muchas de las empresas petroquímicas realizan pequeños cambios en productos que se reflejan en nuevas aplicaciones que utiliza la propia industria, o bien, otras industrias (véase cuadro 4).

La mayoría de las experiencias de desarrollo de capacidades tecnológicas se han llevado a cabo en productos o procesos de tecnología madura muy difundida, e incluso algunos que van de salida en los mercados internacionales. En las autopartes se trata de productos de repuesto. Las firmas en JV con participación de grupos nacionales también muestran capacidades para llevar a cabo modificaciones en el producto, que realizan en sus laboratorios para pruebas de calidad (luminosidad, resistencia, dureza, corrosiones). En contraste, las empresas de autopartes extranjeras realizan pequeños cambios de proceso (véase cuadro 4).

Cambios en los procesos productivos

Los cambios en producto implican por lo general cambios de proceso. En estos casos son comunes las adaptaciones de las firmas mexicanas a los procesos de fabricación elaborados por los líderes internacionales.²¹ No obstante, la participación de la empresa proveedora de la tecnología es muy estrecha. Básicamente, se trata de la preparación de un grupo de ingenieros que son enviados a las instalaciones de la firma "capacitadora" de autopartes, para llevar a cabo un proceso de aprendizaje y establecer con base en ese proceso los cambios requeridos en la planta mexicana. En general, la capacidad para llevar a cabo cambios en procesos está más difundida entre las empresas nacionales, sobre todo petroquímicas, como lo indicamos antes. La mayoría de las firmas realizaron mejoras, eficientaron sus procesos, reorganizaron sus estructuras, adaptaron y automatizaron sus procesos productivos (véanse cuadros 4 y 5).

Entre las firmas nacionales, destaca Cifunsa, fabricante de monoblocks y cabezas para motor. Esta empresa inició un contrato de licenciamiento con Teksida,

²¹ El resultado del aprendizaje tecnológico está asociado al grado de madurez del producto como lo señalamos antes. La industria de autopartes se caracteriza por realizar innovaciones preponderantemente de productos y la petroquímica por realizarlas en procesos. Para mayor detalle acerca de las mediciones de madurez tecnológica véase Jasso (1996a y b).

empresa italiana reconocida mundialmente en el campo de la fundición. El contrato de transferencia incluyó la incorporación de hasta 27 técnicos italianos en la empresa. La responsabilidad tecnológica recayó en Tekside, e involucró a los técnicos mexicanos en un proceso de aprendizaje.²² Se llevó a cabo la investigación y desarrollo en materiales y métodos y en 1990 se empezó a trabajar en IyD para el diseño de maquinaria. Como resultado de este proceso, en sólo dos años (de 1984 a 1986),²³ la producción pasó de 35 mil a 87 mil toneladas. Para 1994 se alcanzó una producción de alrededor de 107 mil toneladas. Asimismo, los porcentajes de rechazos internos bajaron de 19% a 4%, con lo cual la empresa se colocó entre los primeros lugares mundiales en control de calidad. El proceso de aprendizaje involucró una primera etapa de desarrollo conjunto de IyD entre Tekside y Cifunsa, con una asimilación en la práctica por parte de los ingenieros nacionales.

En 1990, con la terminación de la primera etapa del proyecto, las actividades de IyD pasaron a ser responsabilidad de Cifunsa. La reorganización de procesos redujo el desperdicio en el moldeado, así como mejoras en rendimiento. La empresa promueve un proceso de mejoras continuas en las actividades diarias de colado, en máquinas, en materiales. En términos de mercado, el impacto de los cambios resultó en una penetración de los blocks de la empresa en EUA. Actualmente, el 10% de los autos fabricados en América del Norte llevan un block de Cifunsa.

En las empresas petroquímicas nacionales, los cambios a los procesos se realizan continuamente y, en algunos casos, ha resultado exitoso, como a Idesa que le ha permitido controlar y manejar las licencias contratadas para los bienes intermedios. Otros grupos con esfuerzos propios han implantado cambios menores en el proceso, como es eficientizar el ahorro de energía (Alfa) y tratamiento de agua (CYDSA).

En otras empresas petroquímicas los desarrollos de procesos no han estado relacionados directamente con su línea de productos que elaboran. En estos casos los desarrollos tecnológicos han surgido más por una presión social que por una visión estratégica. Un caso destacado es el de CYDSA en el desarrollo de una tecnología ambiental. Este grupo desarrolló conjuntamente con una Universidad mexicana un proceso para eliminar olores de azufre, que contaminaban el ambiente de su planta en Monterrey. El desarrollo y aplicación duró tres años y obtuvieron como subproducto el azufre. Este desarrollo lo han patentado en EUA y por lo tanto es de las pocas empresas mexicanas que han patentado en EUA. Su éxito lo ha llevado a dar asesoría técnica a otras empresas y a vender incluso parte del paquete tecnológico en otros países.

²² Los objetivos del proyecto fueron: *a*) reorganización de la planta, *b*) introducción de nuevos métodos de trabajo, *c*) diseño de máquinas herramientas (robots), *d*) introducción de control estadístico de proceso y *e*) asistencia al cliente.

²³ El proyecto empezó en 1984 y se extendió hasta 1992.

En las empresas de autopartes en JV como EOSA, destaca la introducción de mejoras continuas y calidad total en los procesos. Las empresas del Grupo Spicer han desarrollado innovaciones menores en procesos de maquinado y fundición de anillos para motor. En la mayoría de las empresas han impulsado procesos de automatización, destacando Velcon, en donde el proceso fue automatizado en 1992, introduciendo robots en manejo de material y maquinado con apoyo de GKN. En Rasini también se ha impulsado un proceso de automatización, interactuando con un tecnólogo del Japón.

En los JV en empresas petroquímicas es donde se han generado los mayores cambios en los procesos. Estos cambios han creado la eficiencia en el proceso productivo eliminando pasos en la cadena productiva, como Petrocel-Tcmex con el dimetil tereftalato y el PTA.

Entre los JV con firmas independientes nacionales, destaca la empresa Metalisa, que ha introducido robots en los procesos de soldadura en sus productos (chasis y partes estructurales). En 1993 inició un proyecto con el Instituto Tecnológico de Monterrey para establecer sistemas de manufactura de clase mundial. La finalidad es aplicar sistemas JAT en la fabricación de "largucros" de camión pesados, creando celdas de manufactura. Se busca tener flujo continuo y cambio rápido de herramientas, con lo cual se espera triplicar la producción.

Aplicación de cambios organizacionales

El proceso de integración al mercado internacional en el esquema de libre comercio impulsado durante la última década ha implicado cambios radicales en las estrategias empresariales.²⁴ En ambas industrias estos esfuerzos han fructificado últimamente, ya que en 1996 algunos grupos corporativos como Desc en autopartes y petroquímica y CYDSA en petroquímica obtuvieron el Premio Nacional de Calidad, y Celanese, también en petroquímica, obtuvo el Premio Nacional de Exportación.

La mayoría de las empresas de autopartes han impulsado cambios organizacionales, basados en la introducción de sistemas Justo a Tiempo (JAT) y de Control de Calidad Total (CCT). Sin embargo, los resultados distan mucho del modelo de producción esbelta.²⁵ Las plantas han adoptado el sistema JAT/CCT en diferentes formas y grados. La consistencia y profundidad con la cual fueron o están siendo introducidos los cambios organizacionales es específica a cada industria y cada empresa (véase cuadro 5).

²⁴ Los cambios provocados por el entorno pueden incidir positivamente en la empresa, si ésta, como señala Lundvall (1992), mejora su capacidad de aprendizaje, reflejado en su forma de organización, esto es, la existencia o no de jerarquías elevadas y de la forma en que fluye la información.

²⁵ Sobre las características de la producción esbelta, véase Womack, Jones y Ross, 1990.

En las empresas petroquímicas los cambios organizacionales han estado más relacionados con los esquemas de control total de calidad, ya que los sistemas JAT son de más difícil aplicación dado el tipo de productos, la dificultad y seguridad en el transporte y las relaciones proveedor-usuario establecidas (véase cuadro 5). Los esquemas de control de calidad están inmersos en una filosofía de "atención y satisfacción de la necesidad del cliente", en el que se dan competencias entre las propias empresas del grupo como proveedores mutuos y más allá del grupo para obtener estándares en los mercados internacionales donde participan y en donde exigen normas internacionales como la ISO- 9000, ISO-9001 o ISO-14000.

En ambos tipos de industrias, el grado de aplicación de cambios organizacionales está determinado por el tipo de relación existente entre "proveedores" y "clientes usuarios", la eficiencia de cadena (disponibilidad de materiales adecuados, tiempos de entrega, estandarización de componentes), localización geográfica y de su orientación de mercado principal (nacional o internacional) y los volúmenes de producción.

Cuadro 5
Principales cambios organizacionales

<i>Firma</i>	<i>Justo a tiempo</i>	<i>Control calidad total</i>	<i>Control estadístico de procesos</i>	<i>Grupos de trabajo</i>	<i>Sistemas CAD</i>
<i>Firmas/grupos de autopartes:</i>					
Nacionales:	Sí	Sí	Sí	Poco	Muy poco
<i>Joint Ventures:</i>	Sí	Sí	Sí	Poco	Regular
Extranjera:	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
<i>Firmas/grupos petroquímicos:</i>					
Nacionales:	No	Poco	No	No	Poco
<i>Joint Ventures:</i>	Poco	Sí	Regular	No	Poco
Extranjera:	Poco	Sí	Sí	No	Poco

FUENTE: Entrevistas a empresas.

La implantación del JAT y/o del CCT ha sido impulsada por las exigencias de las empresas de la industria "usuaria". Las firmas más grandes, así como las subsidiarias de empresas transnacionales son las que han tendido a avanzar mayormente en la implantación integral de este tipo de innovaciones organizacionales inspiradas en el modelo japonés. El mayor incentivo para introducir estos cambios ha sido la presión competitiva en los mercados de exportación. No existe un patrón homogéneo que hayan seguido las firmas en la introducción de este tipo de cambios y, en la mayor parte de las firmas de la muestra, no se han introducido de una manera sistemati-

zada. Esto es, la introducción de los sistemas JAT y el del CCT han sido introducidos como iniciativas aisladas, es decir, como técnicas organizacionales individuales.²⁶

En la implantación del JAT, la industria de autopartes está más desarrollada y aplicada, por lo que los inconvenientes son mayores y de mayor exigencia entre el "usuario-proveedor" que en la petroquímica. Por ejemplo, se detectaron limitaciones derivadas de ineficiencias en las cadenas de proveduría, estandarización de componentes y volúmenes de producción demandados.

La implantación del JAT representó a las empresas autoparteras problemas con tiempos de entrega, con la calidad requerida, con la estandarización de materiales y componentes (plásticos, tornillos, etcétera) y con pequeños volúmenes de producción requeridos.²⁷

IV. Los resultados competitivos: tipología y ubicación

En esta parte, proponemos una tipología del aprendizaje tecnológico y de las empresas, útil para ubicar a las firmas en relación con las capacidades de aprendizaje y los resultados competitivos obtenidos.

Tipología tecnológica de los productores

El análisis del proceso tecnológico lo realizamos con base en una tipología de empresas y de las modalidades del aprendizaje. Las firmas de ambas industrias han experimentado en diferentes grados un proceso de aprendizaje que les ha permitido la solución de problemas e incremento del conocimiento técnico, realizando adaptaciones y mejoras incrementales en productos y procesos. Este resultado depende del tipo de producto, del aprendizaje y de la orientación del mercado (véase cuadro 6).

Productos innovadores y/o maduros

Entre los productos innovadores en la industria de autopartes están los que tienen una importante intensidad tecnológica, o bien aquellos en los que el producto o proceso requiere de una cierta complejidad tecnológica. En la industria de autopartes están los denominados componentes mecánicos mayores (componentes del motor, la transmisión, los ejes, transejes y las cabezas de aluminio) y los sistemas de vehículo y componentes electromecánicos (alimentación del combustible, encendido, dirección, muelles, resortes, sistema de frenos y carburadores).²⁸ En la industria petro-

²⁶ Algunas incluso como CYDSA, han sido reconocidas con el Premio Nacional de Calidad.

²⁷ Destacan empresas de autopartes como EOSA y CYDSA.

²⁸ La clasificación es una adaptación propia de entrevistas, Booz-Allen y Hamilton (1987), y Unger (1990).

química están los productos ubicados al final de la cadena petroquímica y los que tienen un mayor valor agregado, es decir, las especialidades o química fina (pigmentos, colorantes, farmoquímicos, antidetonantes, etcétera).²⁹

Entre los productos maduros se consideran componentes poco complejos o con bajo contenido tecnológico. En las autopartes están las partes no mecánicas (vidrios, estampados, asientos y radiadores) y las partes y componentes menores (adornos exteriores, rines, radiadores, asientos y tapicería, bujías, arneses y limpiadores. En la industria petroquímica están los denominados “*commodities*” como son los bienes intermedios (cloruro de vinilo, etileno, propileno, etcétera) y algunos de los finales menos especializados (resinas, libras y elastómeros).

Los productos destinados al mercado nacional son, en su mayoría, tecnológicamente maduros, que en muchas ocasiones son dirigidos al mercado de repuesto o de nicho (véase cuadro 6). En estos casos, la negociación suele darse entre la firma nacional y la empresa extranjera establecida en México. En este tipo de productos, las firmas mexicanas han realizado un mayor número de cambios incrementales, sobre todo de diseños y procesos.

Modalidades y resultados del aprendizaje tecnológico

Las firmas aprenden en una variedad de formas o modalidades. Mucha de la literatura en el campo del cambio e innovación tecnológica está relacionada con varias clases de aprendizaje, como lo son los basados en la experiencia tales como el “aprendizaje haciendo” (*learning by doing*), el “aprendizaje por utilización” (*learning by using*) y el aprendizaje por interacción (*learning by interaction*).³⁰

El concepto de “aprendizaje haciendo” (Arrow, 1962) se refiere al proceso mediante el cual las firmas desarrollan o incrementan sus habilidades (*skills*) para producir o realizar actividades con base en la práctica y la experiencia generada en la rutina diaria, reduciendo los costos unitarios de producción, el tiempo de producción o mejorando la calidad del producto.

El “aprendizaje por utilización” (Rosenberg, 1982) al igual que el “aprendizaje haciendo” es un tipo de aprendizaje basado en la experiencia, y también es interno a la firma. Este tipo de aprendizaje está relacionado con el uso de maquinaria, materias primas y productos. A través de este tipo de aprendizaje las firmas

²⁹ En el caso de la industria petroquímica, los criterios para definir los productos maduros tienen un referente internacional y la madurez tecnológica varía dependiendo del dinamismo en el mercado, en la producción o en la intensidad tecnológica. Para mayor detalle véase Unger *et al.* (1994b) y Jasso (1996a y b).

³⁰ Recientemente se han identificado muchos otros tipos de aprendizaje, como son los de adaptativo, de imitación, de prueba, de retraso, etcétera.

incrementan la eficiencia productiva e introducen cambios en procesos y productos (Malerba, 1992).

Finalmente, el aprendizaje por interacción involucra fuentes externas a la firma. Este aprendizaje es resultado de la interacción con las fuentes de conocimiento en las etapas de la cadena "adelante" o "atrás", tales como usuarios, proveedores y firmas de la misma industria (Lundvall, 1992), como lo hemos mostrado en la figura 2.

Los procesos de "aprendizaje haciendo", han permitido a la mayor parte de las empresas, incrementar la eficiencia en las operaciones de producción. A partir de este tipo de aprendizaje, así como del "aprendizaje por utilización", se ha mejorado la eficiencia en el uso de sistemas más complejos de producción.

En las empresas nacionales predominia el proceso de "aprendizaje haciendo", en el que, a partir de la producción llevada a cabo durante largos años desde que la tecnología es adquirida por licenciamiento, han sido capaces de realizar desarrollos incrementales en productos y procesos (véase cuadro 6). Este grupo de empresas (TEBO, IASA y Cifunsa en autopartes y GIRSA, Alfa, Celanese y CYDSA, en la petroquímica) han realizado diseños propios en mangueras para frenos (TEBO), máquinas-herramienta para la fabricación de monoblocks (Cifunsa) y diseño de *rims* (IASA), nuevas envolturas y empaques (Celanese y CYDSA), otros tintes (GIRSA) y eficiencia en los pasos en la cadena (Alfa). También ha sido importante el "aprendizaje por interacción" con proveedores y clientes cuya producción se dirige al mercado de exportación (véase cuadro 6).

Orientación del mercado

En ambos tipos de industrias existe un predominio por la importancia de la demanda como impulsora de innovaciones y del éxito en el mercado. Encontramos que el impulso de la oferta y el de la demanda son determinantes en el resultado competitivo en ambos tipos de industrias.

La tecnología utilizada en ambas industrias está asociada al tipo de mercado al que están orientadas las empresas (mercado doméstico o externo).³¹ En el cluster, los efectos de arrastre de las empresas se manifiestan a través de la orientación de mercado que han adquirido las empresas en México (véase cuadro 6).

Las firmas orientadas al mercado exportador, se encuentran en productos innovadores y en partes voluminosas de tecnología madura. Las firmas en JV y las de propiedad extranjera son las que están destinadas al mercado internacional. Las empresas orientadas al mercado interno se encuentran en productos de tecnología madura. Se trata de las empresas nacionales y de algunas firmas en JV (véase cuadro 6).

³¹ También está el origen del capital (nacional, *joint venture*, transnacional) y su pertenencia o independencia respecto de conglomerados o grupos corporativos, como lo señalamos antes.

En la industria de autopartes, la empresa usuaria o líder internacional establece, en la planeación del lanzamiento de un nuevo modelo automotriz o producto las especificaciones técnicas. La negociación de proveeduría, se realiza entre el socio extranjero y la empresa compradora en el país de origen.³² En el caso de la petroquímica las especificaciones están definidas por normas internacionales, como la ISO 9000, ISO 9001 o intercambios más directos, como las visitas técnicas y una estrategia de comercialización más agresiva (véase cuadro 4).³³

Existen algunos casos en los que el socio extranjero, negocia y participa directamente en el desarrollo del producto requerido. En estos casos se trata de productos para el mercado nacional en los que la empresa mexicana ha alcanzado los estándares técnicos del producto, como son las normas, tiempos de entrega y otros.

Las empresas nacionales independientes están orientadas por lo general al mercado doméstico (véase cuadro 6).

Cuadro 6
Tipo de producto, de aprendizaje y orientación de mercado

Tipo de industria/ empresa	Tipo de producto:		Tipo de aprendizaje:			Orientación del Mercado	
	Maduro	Innovación	Uso-	Hacer	-Interacción	Nacional-	Exportación
<i>Autopartes:</i> Nacional JV Extranjera	Sí	Poco	Regular	Intermedio	Poco	Mucho	Poco
	Sí	Regular	Interm.	Intermedio	Mucho	Mucho	Regular
	No	Sí	Regular	Regular	Mucho	Poco	Mucho
<i>Petroquímica:</i> Nacional JV Extranjera	Sí	Poco	Regular	Intermedio	Reg.	Mucho	Poco
	Sí	Regular	Regular	Intermedio	Mucho	Mucho	Regular
	No	Sí	Regular	Regular	Mucho	Regular	Regular.

FUENTE: Elaboración propia con base en entrevistas

³² En los productos innovadores, una vez que se ha probado el prototipo del producto por la firma nacional, se envía a los laboratorios del socio extranjero para ser sometido a diversas pruebas, que serán la base para establecer la relación de proveeduría. Cuando se trata de cambios incrementales en procesos o de productos maduros, las empresas utilizan servicios de uso genérico de los laboratorios de universidades o de otras empresas. Cuando se trata de servicios más específicos, estos pueden ser de la propia empresa o del socio tecnológico.

³³ En este caso se encuentra GIRSA, quien incluso ha acudido a importantes consultores nacionales e internacionales para asesorarse en materia de estrategias y regulaciones en el mercado internacional (*El Financiero*, 10 de octubre de 1996) y Celanese, que obtuvo en 1996 el Premio Nacional de Exportación.

Son empresas medianas y pequeñas fabricantes de equipo de mediana y baja tecnología, y de partes de repuesto de baja tecnología para nichos de mercado muy localizados. Las empresas nacionales que forman parte de conglomerados están orientadas al mercado doméstico y al mercado externo. Estas firmas fabrican productos de tecnología media, para mercados más grandes a nivel doméstico y de exportación (véase cuadro 6).

Las empresas con participación extranjera en JV están orientadas fundamentalmente al mercado internacional y nacional, utilizando tecnologías estandarizadas de producto de nivel medio y alto o de proceso (véase cuadro 6). En estas asociaciones, la empresa nacional puede ser parte de un conglomerado o una firma independiente. El JV permite un acceso más inmediato a la tecnología extranjera más actualizada, proveniente del socio tecnólogo propio.

Las empresas transnacionales, elaboran productos de tecnología avanzada, que son partes o piezas de un sistema que va a ser integrado en plantas extranjeras, respondiendo a la segmentación internacional de la producción automotriz.

La orientación de los usuarios o demandantes de productos orientados hacia el mercado externo ha incidido en que las empresas nacionales tiendan a conformarse de acuerdo con un patrón de competitividad internacional, como lo señalamos en el siguiente apartado.³⁴

Entre las más dinámicas están las grandes empresas que fabrican productos innovadores y utilizan tecnologías actualizadas con combinaciones de maquinaria y equipos modernos y procesos flexibles de organización del trabajo. Entre las menos dinámicas se encuentra un gran número de empresas medianas y pequeñas que carecen de recursos de capital y de tecnologías modernas, que producen para el mercado doméstico con menor capacidad de compra y menos exigente en aspectos de normas ambientales y de seguridad.

Aprendizaje tecnológico y resultados competitivos diferenciados

De acuerdo con la tipología expuesta, ubicamos a las empresas en cuatro posiciones competitivas que interrelacionan la intensidad del aprendizaje acumulado con sus resultados competitivos (véase figura 7).

Si bien la industria petroquímica está más concentrada que la de autopartes, en ambas existen dos grandes tipos de empresas: dinámicas o innovadoras y cautas o seguidoras con resultados competitivos diferenciados.³⁵

³⁴ En este nuevo patrón, se han efectuado cambios radicales en las prácticas tecnológicas y organizativas basados en sistemas de calidad total y de entrega de los insumos JAT, sobre todo en las empresas de autopartes.

³⁵ Estos resultados implican cuatro posiciones estratégicas que relacionan el dinamismo tecnológico con los resultados en el mercado, como lo presentamos más adelante.

Las empresas de autopartes y petroquímicas, tienen un desempeño diferenciado a nivel de empresas y ubicación en la cadena de valor-cluster en el que están especializados. Las relaciones “proveedor-usuario”, determinan en muchos casos, la obtención y potencialización de ventajas competitivas de la integración, vía la obtención de economías de escala y de alcance. Encontramos que no necesariamente un mayor proceso de aprendizaje tecnológico genera un mejor posicionamiento de mercado, aunque las empresas líderes muestran que esta relación está íntimamente relacionada, por lo que los resultados son diferenciados (véase figura 7).

Figura 7
Resultados competitivos de los grupos corporativos de autopartes,
y petroquímicos en México

Posicionamiento de mercado (PM)

<p>Posición vulnerable: (+PM, -AT)</p> <p><i>Productos:</i> <i>Partes no mecánicas voluminosas terminadas (A)</i> <i>Productos intermedios (PQ)</i></p> <p>“Empresas nacionales, algunas integradas a conglomerados”</p>	<p>Posición óptima: (+PM, +AT)</p> <p><i>Productos:</i> <i>Productos: Componentes mayores (A)</i> <i>Especialidades petroquímicas (PQ)</i></p> <p>“Empresas extranjeras, excepcionalmente, <i>Joint venture</i>”</p>
<p>Posición en retirada: (-PM, -AT)</p> <p><i>Productos:</i> <i>Componentes menores-repuesto (A)</i> <i>Productos básicos (PQ)</i></p> <p>“Empresas nacionales, sobre todo independientes”</p>	<p>Posición de demanda estancada (-PM, +AT)</p> <p><i>Productos:</i> <i>Sistemas de vehículos y componentes electromecánicos (A)</i> <i>Bienes finales (PQ)</i></p> <p>“<i>Joint ventures</i>”</p>
<p>Aprendizaje tecnológico simple</p>	<p>Aprendizaje tecnológico complejo</p>

Notas: En negritas aparece la posición competitiva; en el cuadro en itálicas el tipo de producto y entre comillas el tipo de empresa.

(A) autopartes; (PQ) petroquímica

Los grupos mejor posicionados en el mercado (óptimo) son aquellos que tienen alguna fuente de transferencia de conocimiento tecnológico importante y cuyo aprendizaje se obtienen mediante relaciones intrafirma, sobre todo de inversión, tecnología y comercio, que les genera sinergias al interior del grupo, sobre todo transnacional (véase figura 7).

En un nivel de competitividad intermedio ubicamos a los *joint ventures*, que han realizado esfuerzos de aprendizaje importantes, pero cuyo éxito en el mercado depende del dinamismo y tipo de productos con una "demanda estancada". En el otro nivel intermedio están las empresas nacionales, algunas integradas a conglomerados, que se encuentran en una situación "vulnerable" por tratarse de productos maduros, con pocos esfuerzos de aprendizaje complejo o con un aprendizaje simple (véase figura 7)

Finalmente, ubicamos a las empresas con poca participación de mercado en productos maduros estancados, que realizan esfuerzos débiles o de imitación y copia, en productos estandarizados. El aprendizaje dado el grado de madurez, es simple y sus estrategias de aprendizaje y de mercado son cautas. En esta posición se ubican las empresas más débiles (véase figura 7).

V. Conclusiones

El análisis de las experiencias de adaptación y mejoras en los productos y procesos de un grupo de firmas de las industrias de autopartes y petroquímica en México evidencia la importancia del proceso de aprendizaje que puede generarse a partir de la adquisición de tecnologías extranjeras, ya que, aunque limitado, ha habido un proceso de aprendizaje tecnológico. Este aprendizaje ha permitido a las empresas estudiadas llevar a cabo adaptaciones y mejoras en tecnologías de producto y de proceso.

Estos esfuerzos tecnológicos son el resultado de varios años de aprendizaje "haciendo" y "por utilización", que generaron la acumulación de habilidades. La creación de centros tecnológicos y de laboratorios en el interior de las firmas confirma la importancia que está adquiriendo la tecnología como medio para permanecer en el mercado. Esta infraestructura tecnológica ha permitido a las firmas adaptarse a la lógica productiva actual, en que las innovaciones organizacionales desempeñan una nueva modalidad competitiva. El tipo de innovaciones realizadas refleja un resultado limitado, ya que en la mayoría de estos desarrollos se trata de tecnologías maduras que evidencian la debilidad competitiva de largo plazo.

El aprendizaje tecnológico como oportunidad competitiva

El proceso de aprendizaje es acumulativo en su naturaleza y efectos, y es a menudo cualitativo. Abarca usualmente el conocimiento y la experiencia y es generado por

fuentes formales (entrenamiento y capacitación en el puesto de trabajo) e informales (imitación y copia). Ambas incluyen las actividades de investigación y desarrollo, innovación, cambios tecnológicos incrementales y las habilidades acumuladas gradualmente durante el desarrollo de las actividades de producción.

Las capacidades tecnológicas, creadas a partir de procesos de transferencia, (propios y ajenos), evidencian la posibilidad de acumular diversos en diferente medida y con diferentes resultados, conocimientos y experiencia. En el cluster industrial, las empresas usuarias han ejercido un efecto de arrastre, en el que las empresas proveedoras han modernizado sus procesos productivos, para alcanzar la calidad y los costos que las lleven a convertirse en proveedores de las firmas líderes internacionales. Una de las estrategias de respuesta ha sido la de establecer una serie de alianzas con tecnólogos extranjeros, diversificando sus fuentes de tecnología, lo que posibilita nuevas modalidades de aprendizaje y asimilación tecnológica. Es necesario que las empresas realicen esfuerzos propios, ya que la incorporación de nuevas tecnologías no necesariamente implica la acumulación automática de capacidades tecnológicas.

El análisis debe abordar los problemas que existen para acumular las capacidades. El aprendizaje "haciendo" puede desempeñar un importante papel en la adquisición de conocimiento tácito. Sin embargo, el conocimiento y la experiencia obtenidos en las rutinas de producción no necesariamente generan cambio tecnológico. Una línea de investigación resultante es la de conocer hasta qué punto la introducción de cambios organizacionales (JAT, CCT, control estadístico de procesos, etc.) está generando el tipo de aprendizaje que, en un proceso acumulativo, pueda convertirse en la base de innovaciones futuras.

Del cierre de la ventana a la llave de entrada

La tecnología es un recurso que adquiere cuerpo no sólo en el capital físico, sino también en las habilidades humanas y en las instituciones y estructuras sociales. La tecnología no es un recurso dado y estático, sino un conjunto de capacidades dinámicas utilizadas para absorber, adaptar y avanzar los conocimientos y habilidades productivas existentes. Por lo tanto, el aprendizaje y el tipo de actividades que generan la acumulación tecnológica son importantes para mejorar el posicionamiento competitivo de largo plazo.

Las firmas que poseen un alto conocimiento tecnológico son renuentes a perder sus ventajas competitivas, por lo que prefieren la inversión extranjera directa al licenciamiento cuando acuden a otros países. Esta preferencia explica porqué la acumulación de capacidades productivas en los países en desarrollo ha experimentado una acumulación de capacidades tecnológicas más limitada y desigual que en épocas históricas más tempranas. La capacidad productiva tiene una inducción me-

nos directa y automática hacia la acumulación de capacidades para generar y manejar el cambio tecnológico que en el pasado.

La orientación exportadora adquirida en las industrias de autopartes y petroquímica ha inducido a las firmas a obtener tecnología, básicamente vía asociaciones con inversión extranjera en *joint ventures*. Esta ventaja de propiedad es donde se han llevado a cabo un mayor número de mejoras y adaptaciones tecnológicas. La profundidad de este proceso parece estar más limitada cuando se trata de empresas de propiedad 100% extranjera.

Ha habido acumulación de capacidades productivas (bienes de capital, capacitación laboral, conocimientos, métodos y sistemas organizacionales), pero no necesariamente de capacidades tecnológicas, es decir, de conocimiento y experiencias dirigidas a incrementar la habilidad para generar innovaciones tecnológicas de la planta productiva en México. En algunos casos el aprendizaje del *know how* extranjero ha permitido que algunas empresas nacionales mexicanas, al igual que lo refiere Amsden (1990) para el caso de Corea del Sur, vayan cerrando brechas existentes entre el propietario de la tecnología y el imitador y aprendiz seguidor. Se requiere el estudio de casos particulares para alcanzar un conocimiento y conclusiones más sólidas al respecto, ya que nuestra muestra de firmas es limitada.

Es necesario identificar y/o diseñar los mecanismos que impulsen un proceso continuo de aprendizaje. Este proceso deberá permitir a las empresas, adquirir los recursos que generen el cambio técnico que incluya las innovaciones. El debate sobre política científica y tecnológica en México debe abordar explícitamente los problemas que existen para acumular estas capacidades.

En el escenario actual, con nuevos mecanismos institucionales más relajados, lo más importante sería pensar en cómo la tecnología puede convertirse en un elemento dinámico para impulsar un proceso de salto tecnológico "*catching up*". Es probable que esta reflexión cuestione la eficacia de las políticas de carácter neutral, lo que justifica la necesidad de realizar análisis más precisos y más amplios sobre este tipo de temas.

Bibliografía

- Amsden, A. (1989), *Asia's Next Giant. South Korea and Late Industrialization*, Oxford University Press.
- Arrow, K. (1962), "The economic implication of learning by doing", *Review of Economic Studies*, vol. 9.
- Bell, M. y K. Pavitt (1993), "Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries", *Industrial and Corporate Change*, vol 2, núm. 2, 1993, pp 157-269.
- Bell, M. L. Ross y L. Westphal (1984), "Assesing the performance of infant industries", *Journal of Development Economics*, núm.16, pp. 101-128.
- Bell, M. (1983), *Technology transfer, technological learning and the assimilation of imported technology in developing countries*, SPRU, University of Sussex.
- Booz-Allen & Hamilton (1987), *Industria Nacional de Autopartes*, México, Bancomext-Secofi.
- Cantwell, J. (1991), "The theory of technological competence and its aplication to international production", en D.McFetridge (ed.), *Foreign Investment Technology and Economic Growth*, The Investment Canada Research Series, University of Calgary Press.
- Chudnovsky, D. y F. Porta (1990), "*La competitividad internacional. Principales cuestiones conceptuales y metodológicas*", Documento de Trabajo No. 3. Cenit, Bucnos Aires.
- Dosi, G. L. Soete, y Ch. Freeman (1988), *Technical Change and Economic Theory*, Londres, Frances Pinter.
- Dodgson, M. (1991), *Technological Collaboration and Organisational Learning*, DRC Discussion Paper, SPRU.
- Esser, K., W. Hillebrand, W. Messner y J. Meyer-Stamer, (1993), *International Competitiveness in Latin America and East Asia*, Frank Cass, Londres.
- Hobday, M. (1995), *Innovation in East Asia: The Challenge to Japan*, Edward Elgar, Gran Bretaña.
- Hobday, M. (1990), *Digital telecommunications technology and the third world: Theory, the challenge, and the evidence from Brazil*, DPhil Thesis, SPRU.
- IMEF (1993), "La competitividad de la empresa mexicana en la década de los ochenta", *Ejecutivos de Finanzas*, México.
- Industria Nacional de Autopartes (1993), *Directorio de INA*, INA, México.
- Jasso, J. y A. Torres (1996), "Learning and accumulation of technological capabilities in low development countries", *Management and New Technologies*, Conferencia Internacional, junio, Madrid.
- Jasso, J. (1996a), *Madurez tecnológica y competitividad en la industria petroquímica internacional*", Documento de Trabajo No. E-69, CIDE, México.
- Jasso, J. (1996b), *Dinamismo de Mercado y Cambio Tecnológico en las Industria Petroquímica Mexicana, 1980-1995*, Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- Katz, J. (1984), "Domestic technological innovation and dynamic comparative advantage", *Journal of Development Economics*, núm. 16, pp. 13-37.

- Lall, S. (1992), "Technological Capabilities and Industrialization", *World Development*, vol. 20, núm. 2, pp. 165-186.
- Lall, S. (1987), *Learning to Industrialize. The acquisition of technological capability by India*, Macmillan, Londres.
- Lundvall, A. (1992), *National Systems of Innovation, Towards a theory of Innovation and Interactive Learning*, Pinter P, Londres.
- Malerba, F. (1992), "Learning by firms and incremental technological change", *Economic Journal*, núm. 102, pp. 845-859.
- Maxwell, P. (1981), *Technology Policy and Firm Learning Efforts in Less-Developed Countries: A case study of the experience of the Argentine Steel Firm Acindar*, DPhil Thesis, SPRU.
- Moreno, J. (1994), "La competitividad de la industria automotriz", Clavijo, F. y J. Casar., *La industria mexicana en el mercado mundial*, FCE, México.
- Nelson, R. y G. Winter, G. (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, HUP.
- Nelson, R. (1987), "Innovation and economic development, theoretical retrospect and prospect", en J.M.(ed.), *Technology Generation in Latin American Manufacturing Industries*, St. Martin's, Nueva York.
- OECD (1992), *Science and Technology Policy*, OECD, París.
- OTA (1992), *US-Mexico Trade: Pulling Together or Pulling Apart?*, Estados Unidos.
- Pirela, A. (1996), "Acerca de la ausencia de política industrial o de cómo los ornitorrincos aprendieron a bailar", en Pirela, A. (ed.), *Cultura empresarial en Venezuela*, Fundación Polar-CENDES, Caracas.
- Porter, M. (1990), *La Ventaja Competitiva de las Naciones*, Vergara, 1993.
- Prahalad, C. y G. Hamel (1994), *Competing for the Future*, Harvard Business School Press.
- Prahalad, C. y G. Hamel (1990), "The core competence of the corporation", *Harvard Business Review*, vol. 68, núm.,3.
- Rosenberg, N. (1982), *Inside the Black Box*, Cambridge University Press, Nueva York.
- Secretaría de Comercio (1993), *Diagnóstico sobre la Industria Automotriz*, Dirección General de Fomento Industrial, Secofi, México.
- Teece, D. y G. Pisano (1993), "Dynamic capabilities of firms: and introduction", *Industrial and Corporate Change*, vol. 3, núm. 3, 1994.
- Teece, D., G. Pisano y A. Shuen (1988), "Dynamic capabilities and strategic management", *CCC Working Paper*, vol. 94, núm.,9, University of California, Berkeley, 1994.
- Teitel, S (1982), "Skills and information requirements of industrial technologies: on the use of Engineers Proxy", Teitel, S. (ed.), *Trade, Stability, Technology and Equity in Latin america*, New York, Academic Press.
- UNESCO (1994), *Statistical Yearbook*, París.
- Unger, K., J. Jasso, V. Paredes y A. Torres (1994a), *International Study on Policy and Institutional Priorities for Industrial Technology Development*, Country Report-Mexico, World Bank y IDRC, noviembre.
- Unger, K., L. Saldaña, J. Jasso y G. Durand (1994b) *Ajuste Estructural y Estrategias Empresariales en las Industrias Petroquímica y de Máquinas-Herramienta en México*, CIDE, México.
- Unger, K. (1990), *Las Exportaciones Mexicanas ante la Reestructuración Internacional. La evidencia de las industrias química y automotriz*, El Colegio de México-FCE.

Womack, J. D. Jones, y D. Roos (1990), *The Machine that Changed the World*, Rawson Associates, Nueva York.