

TECNOLOGIA E INDUSTRIA EN EL FUTURO MEXICO

posibles vinculaciones estratégicas

Centro de Investigación para el Desarrollo, A, C.

Presentación		3
Introducción		6
P R I M E R A P A R T E		
CAPITULO I	Ciencia, tecnología y crecimiento económico	15
CAPITULO II	Las empresas y la inversión en tecnología	47
CAPITULO III	La política tecnoindustrial en otros países	79
S E G U N D A P A R T E		
CAPITULO IV	La industrialización y la política tecnológica en México	113
CAPITULO V	El problema tecnológico de México	157
T E R C E R A P A R T E		
CAPITULO VI	Hacia un desarrollo tecnoindustrial	187
CAPITULO VII	Hacia una tecnopolis en México	226
Conclusiones		250
Fuentes de gráficas y cuadros		262
Notas		263
Bibliografía		264

CUERPO DE INVESTIGADORES QUE PARTICIPO
EN ESTE PROYECTO

Norma Alvarez L.

Roberto Blum V.

Cristina Casanueva R.

Alberto Díaz C.

Joseph Hodara B.

Cristina Rodríguez D.

Luis Rubio F.

Martha Torres R.

Luis Vergara A.

PRESENTACION

Quizá la interrogante política y social más trascendente que tenemos frente a nosotros en la actualidad es la de cómo elevar los niveles reales de ingreso de la población de una manera constante y perdurable. Los tres últimos lustros han demostrado de una manera incontrovertible que la inflación impide el crecimiento económico y arrasa con los niveles de vida, independientemente de la constancia o del porcentaje de aumento de los salarios. En el contexto de una economía abierta y crecientemente más competitiva con el exterior, la elevación permanente de los niveles de vida sólo podrá ser posible en la medida en que se incremente la productividad general, y, a su vez, esto sólo se conseguirá mediante un rápido avance tecnológico en el país.

Este libro versa sobre la manera en que podría lograrse ese necesario avance en materia tecnológica. Una política tecnológica consiste en el conjunto de instrumentos, estrategias y vehículos de que se vale un gobierno para promover el desarrollo de la tecnología en el país. Ninguna nación nace con una capacidad tecnológica; ésta se construye a lo largo del tiempo y atraviesa varias etapas. En un primer momento, la capacidad tecnológica implica tener la información y conocimientos necesarios para poder identificar la tecnología adecuada al objetivo que se persigue y poder adquirirla en los mercados internacionales; la segunda etapa consiste en la adaptación de esa tecnología a las necesidades precisas del mercado, pasando poco a poco a la modificación de la misma, con el objeto de elevar su eficiencia y la productividad. Es aquí donde el aprendizaje tecnológico se apoya en lo que se llama "ingeniería hacia atrás" (o reverse engineering), que tiene por propósito el de comprender cabalmente cómo funciona la tecnología importada para poder reproducirla y mejorarla. La tercera etapa consiste en

desarrollar una tecnología propia que rompa con la necesidad de importar o reproducir tecnologías. Este proceso varía según la industria, pero en casi todos los casos la conclusión es la misma: la capacidad tecnológica se construye y desarrolla poco a poco, pero el ritmo puede ser acelerado si se dan las condiciones apropiadas –económicas, fiscales, académicas, políticas, etcétera– para que esto pueda tener lugar.

Es fácil anticipar que podría gestarse un consenso nacional sobre la necesidad de crear una capacidad tecnológica. Sin embargo, este consenso sería más difícil de alcanzarse con respecto a qué tipo de política tecnológica se requeriría para desarrollar una capacidad tecnológica. Muchos son los factores que intervienen en el proceso de desarrollo tecnológico y cada uno de éstos tiene su propia dinámica, desde las universidades hasta la industria y desde las instituciones de fomento tecnológico hasta los bancos de desarrollo.

Este libro analiza el problema tecnológico a partir de la relación entre ciencia, tecnología y crecimiento económico. La primera conclusión en este rubro es que los vínculos y las interrelaciones entre estos conceptos son más tenues y menos predecibles de lo que normalmente se piensa; por ello, la investigación que desarrolló el cuerpo de profesionales de IBAFIN partió del problema conceptual inherente al desarrollo tecnológico y se abocó al análisis de las condiciones que llevan al avance tecnológico y cómo los gobiernos pueden estimular y promover su auge. El proyecto fue coordinado por el Dr. Joseph Hodara y en su realización participaron todos los miembros del grupo. El libro fue posible gracias al generoso apoyo de la Fundación Tinker, a quien expresamos nuestro agradecimiento.

IBAFIN Centro de Investigación para el Desarrollo, A.C. es una institución independiente, sin fines de lucro, dedicada a la investigación en el área de desarrollo, tanto económico como social y político. Su objetivo es el de contribuir a la toma de decisiones de políticas públicas y programas de desarrollo así como al fortalecimiento de la economía del país mediante la presentación de estudios, investigaciones y recomendaciones, producto de su actividad académica, para su discusión y debate.

La Junta de Gobierno del Centro es responsable de la supervisión de la administración del Centro y de la aprobación de áreas generales de estudio. Sin embargo, las conclusiones de los diversos estudios, así como su publicación, es responsabilidad exclusiva de los profesionales de la Institución. Los estatutos del Centro establecen que "La Junta de Gobierno tiene por función primordial la de hacer posible la consecución del objeto social, bajo las condiciones más favorables, salvaguardando en todo momento la independencia de criterio de los profesionales y de sus actividades de investigación y docencia, así como la de sus publicaciones. La Junta de Gobierno conocerá y opinará sobre los proyectos de investigación que hayan concluido los profesionales del Centro, pero en ningún caso será su función la de determinar, controlar o influenciar el desarrollo ni el contenido de los proyectos de investigación o de las conclusiones a que estos lleguen".

El propósito del Centro al presentar este estudio es el de contribuir al debate sobre el problema de la recuperación económica, el desarrollo industrial y la elevación de los niveles de vida de los mexicanos.

Luis Rubio F.

INTRODUCCION

Cualquiera que se dedicara a hacer una comparación de las principales características de la economía mexicana de hace diez años con la actual, se encontraría con un mundo de diferencias y contrastes. No sólo han cambiado las percepciones de lo que es la economía mexicana y de sus principales factores condicionantes, sino que la estructura de la economía se ha transformado de raíz. Hace diez años la economía mexicana dependía en forma creciente de las exportaciones petroleras; hoy en día lo que sobresale son las exportaciones manufactureras que realizan un creciente número de empresas. Hace diez años, la economía mexicana se caracterizaba por una extraordinaria protección respecto a las importaciones; hoy en día la economía está virtualmente abierta, lo que implica una creciente competencia por parte de importaciones del exterior con los productores nacionales. En otras palabras, la economía mexicana está experimentando una profunda transformación en sus estructuras.

No hay la menor duda que la actividad económica está cambiando rápidamente en virtud de las modificaciones que han tenido lugar en regulaciones clave, como son la política comercial, la política impositiva y la situación fiscal del gobierno federal. Sin embargo, existe un número importante de políticas y regulaciones que no han evolucionado de la misma manera o con la misma celeridad. Tales son los casos de la política industrial y la política tecnológica.

La mayor parte de las políticas gubernamentales relacionadas, directa o indirectamente, con el desarrollo industrial se han visto dramáticamente afectadas con la liberalización del comercio exterior. En una economía cerrada y protegida, orientada a la sustitución de importaciones, la política comercial –por ejemplo–

consiste en erigir barreras arancelarias que impidan someter a la industria nacional a la competencia extranjera. Cuando se modifica de raíz esta concepción y se liberaliza el comercio exterior, toda la política industrial que se sustentaba en un control rígido de las importaciones deja de tener sentido y razón de ser. De la misma manera, la política tecnológica, cuyo objetivo teórico era el de construir una capacidad de desarrollo tecnológico autónomo, pierde la esencia de su existencia: en una economía cerrada el nivel de desarrollo tecnológico es irrelevante, pues el propósito es el de evitar la competencia del exterior para, supuestamente, favorecer un gradual aprendizaje de la tecnología. En una economía abierta, por otra parte, el nivel tecnológico de la planta productiva es crítico pues la industria está expuesta a la competencia del exterior. Es por ello que México necesita una nueva política tecnológica.

En el momento actual, la liberalización comercial está incidiendo, de una manera gradual, en la planta productiva nacional. En la medida en que las empresas encuentren maneras de competir en el nuevo contexto, se podrán evitar quiebras y situaciones de desempleo masivo en algunos sectores industriales o regiones del país. En el fondo, sin embargo, el problema crítico es el de desarrollar una capacidad de competir en terrenos antes desconocidos, cerrando las brechas tecnológicas, de diseño, de calidad y de costos que a la fecha subsisten. Por lo que respecta al ámbito tecnológico, como en todos los otros, habría dos opciones: por una parte, podría dejarse el mercado abierto y mantener las políticas actualmente vigentes en materia tecnológica tal como están. Esto implicaría someter a la industria a la competencia internacional con las herramientas propias de una economía cerrada y protegida, es decir, con arco y flecha frente a aviones supersónicos.

La otra posibilidad sería la de reestructurar todos los componentes de la actual política tecnológica y convertirlos en un factor de competitividad para la industria mexicana. Es decir, la modernización de los elementos que hoy integran una política tecnológica difusa, no uniforme y dispersa permitiría reducir las brechas que caracterizan a la industria del país respecto a la del resto del mundo.

La política tecnológica vigente

México carece de una política tecnológica en forma; es decir, no existe una estructura gubernamental dedicada al desarrollo tecnológico en forma integral. Más bien, existe un gran número de centros de investigación dedicados a actividades científicas y tecnológicas que están "sectorizados", es decir, que dependen de las diversas secretarías en virtud de sus actividades específicas. Se cuenta también con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), dedicado a la promoción de la investigación científica y tecnológica por medio del financiamiento de investigaciones y de becas para estudiantes, así como a través del otorgamiento de créditos bajo el rubro de "riesgo compartido" para desarrollos empresariales de tecnología. En adición a los institutos y centros de investigación y al CONACYT, la Ley para Coordinar y Promover el Desarrollo Científico y Tecnológico da cuerpo a las políticas de promoción tecnológica y guía las labores del propio Consejo. Diversas instituciones bancarias de segundo piso (particularmente FONEI) y otras legislaciones inciden directamente sobre la actividad tecnológica (como las leyes relativas a la inversión extranjera y a la transferencia de tecnología). Finalmente, los diversos centros de enseñanza universitaria abocados a las carreras científicas y tecnológicas constituyen el último componente de lo que podría llamarse "política tecnológica". En suma, la

política tecnológica es la acumulación de diversos componentes que conforman la actividad tecnológica promovida por el gobierno a través de sus diversas entidades, secretarías y regulaciones.

Además de la dispersión que caracteriza a la actividad científica y tecnológica promovida por el gobierno, el principal problema es que ésta responde a una realidad que la liberalización comercial ha hecho completamente obsoleta. Lo que se requiere es conformar una nueva política tecnológica que responda a nuestra realidad actual y que favorezca el desarrollo industrial del país.

Es evidente que una nueva política tecnológica tendrá que caracterizarse, primero que nada, por su compatibilidad con las políticas comercial e industrial vigentes, es decir, con una industria sometida a la competencia del exterior y obligada a hacerse competitiva. En otras palabras, requerimos de una política que haga posible la vinculación entre la actividad productiva y los centros de investigación y que fomente desarrollos tecnológicos dentro del país.

Hacia una nueva política tecnológica

Lo primero que es notorio de la política tecnológica vigente es que ésta se ha abocado a la construcción de una oferta de tecnología sin que ésta presente vinculación alguna con la planta industrial. Es decir, se ha ignorado la demanda y se ha dejado que cada institución, centro de investigación o entidad oriente sus esfuerzos de una manera autónoma, sin liderazgo común. El resultado, que no debería ser sorprendente, es que existen las más diversas instituciones de investigación, todas ellas prácticamente ajenas al desarrollo industrial (para el cual la tecnología es crítica); sin embargo, sobresalen unas cuantas entidades e

instituciones que han contado con la excepción de un liderazgo que ha orientado los esfuerzos y actividades de esas instituciones hacia un verdadero desarrollo de tecnologías, entendiendo por esto el aprendizaje de tecnologías del exterior y una capacidad de adaptación de las mismas. No es casual, además, que las instituciones tecnológicas que más cercanas se encuentran a la actividad industrial son también aquellas que se encuentran más cerca de la autosuficiencia económica.

Una nueva política tecnológica consistiría en el desarrollo de una capacidad tecnológica que permitiese lograr avances en tres etapas sucesivas: en primer término, el aprendizaje de las tecnologías; es decir, desarrollar una habilidad para identificar las tecnologías idóneas para el tipo de trabajo o proyecto que se propone, negociar su transferencia y poder operarla. En una segunda etapa, la capacidad tecnológica implicaría adaptar la tecnología a usos particulares, es decir, no sólo utilizar la tecnología, sino conocerla suficientemente como para poder emplearla en procesos distintos a los originalmente previstos. La tercera etapa en el desarrollo de la capacidad tecnológica consiste en llevar a cabo un rediseño de la tecnología o su "reingeniería", es decir, una modificación sustancial y profunda de la tecnología inicialmente adquirida.

Obviamente, la pregunta importante es: ¿qué se necesita para poder lograr esa capacidad tecnológica?. Aunque no hay recetas ni prescripciones para el desarrollo tecnológico, existe una serie de factores que han caracterizado a todos los países que han logrado un gran éxito en esta materia, incluyendo no sólo a los gigantes como Estados Unidos o Japón, sino también a Corea del Sur.

Ante todo, se requiere una visión, es decir, un liderazgo conceptual y político sobre lo que se está buscando lograr en la industria, en los centros de investigación, en la estructura regulatoria y financiera. En otras palabras, el gobierno tiene que convertirse en el catalizador del proceso que, además, oriente al conjunto de instituciones y políticas en la dirección buscada.

En segundo lugar, se encuentra la educación. Se requiere de una nueva concepción de la educación universitaria en las áreas científicas y tecnológicas, de nuevos libros de texto y de la difusión masiva, desde primaria, del concepto de desarrollo tecnológico. Países como Corea del Sur y Japón dieron un gran salto en esta materia al enviar contingentes masivos de estudiantes a los centros de enseñanza superior de los países tecnológicamente más avanzados, al promover la contratación de sus propios ciudadanos para trabajar en actividades y empresas tecnológicamente avanzadas en el extranjero (por ejemplo, empresas multinacionales), y al identificar individuos de excepcional valía tecnológica en otros países.

En tercer lugar, es necesario llevar a cabo modificaciones fundamentales en las estructuras legales y regulatorias de tal suerte que se eliminen impedimentos al desarrollo tecnológico, se promueva la adquisición de tecnologías modernas, se fomente la creación de nuevas empresas tecnológicas, se desarrollen vínculos entre los centros de investigación y la industria, etcétera. Es decir, se requieren modificaciones en las legislaciones en materia de quiebras, inversión extranjera, transferencia de tecnología y en las regulaciones de los centros de investigación tecnológica y científica, y así sucesivamente.

Finalmente, se requiere de toda una serie de apoyos para el desarrollo

tecnológico, como podrían ser instituciones y empresas intermediarias entre centros de investigación y la industria, centros de información, información tecnológica y comercial del exterior, etcétera.

Sólo con una nueva política tecnológica México podrá crear ventajas competitivas que le permitan un desarrollo industrial excepcional. México no logrará el crecimiento del empleo, del ingreso y una mejor distribución del mismo a menos que se vuelva competitivo en todos los niveles simultáneamente: en política macroeconómica, en política comercial, en la industria, en la educación, en las fábricas, etcétera.

¿Qué hacer en el corto plazo?. No hay milagros; lo que sí se puede es avanzar rápidamente, pero para ello es necesario reorganizar todos los componentes de la política tecnológica. La capacidad de oferta con que cuentan los centros tecnológicos ya está allí, pero no es suficiente. Sólo en la medida en que se equiparen las capacidades de la oferta con las necesidades de la demanda será posible vincular la actividad productiva con la investigación tecnológica. A la fecha, la planta industrial ha tenido muy poco o ningún incentivo para establecer contactos con los centros de investigación y contratar sus servicios, puesto que la política de sustitución de importaciones favorecía la importación de tecnologías relativamente obsoletas, las cuales no requerían mayor adaptación. Hoy en día, la adquisición de tecnologías adecuadas e idóneas es un factor clave del desarrollo, lo que implica crear una posibilidad real de vincular a la planta productiva con los investigadores, toda vez que las tecnologías más modernas que son necesarias precisan de esfuerzos que difícilmente serían asequibles en el extranjero.

Así, el desarrollo de la capacidad tecnológica implica forzar a los centros de

investigación a responder a las demandas de la planta productiva, para lo cual es necesario modificar la estructura de su financiamiento e incentivar la contratación de sus servicios. Por otra parte, es indispensable favorecer el desarrollo de alianzas tecnológicas entre empresas mexicanas y empresas del exterior. De esta manera, se favorece la adquisición de tecnologías modernas y, al promover vínculos con los centros de investigación, se logra la absorción de esas tecnologías.

El desarrollo tecnológico es una necesidad en el país, a diferencia del desarrollo de la ciencia, disponible en publicaciones para todos aquéllos que tengan claridad sobre las preguntas importantes. La tecnología es un proceso sobre el cual hay propietarios que en ocasiones están dispuestos a licenciar sus patentes o procesos, más no a compartirlos. El desarrollo tecnológico requiere científicos abocados a la aplicación de la ciencia y no necesariamente a la ciencia básica, aunque en el largo plazo la ciencia básica es el único medio para desarrollar nuevas tecnologías. Es ilustrativo el hecho que Japón –que tiene una ventaja tecnológica evidente sobre nosotros– sólo a partir de esta década, después del desarrollo de su capacidad tecnológica, haya iniciado el financiamiento de centros de investigación científica básica en forma masiva y prioritaria. Hasta los setenta, y aun hoy en día, Japón ha demostrado excelencia en su capacidad para aprovechar la ciencia desarrollada en otros países para su propio desarrollo tecnológico. Nada sugiere que nosotros debamos hacer algo distinto en este rubro.

Este libro se divide en tres partes. La primera se dedica a la comparación y diferenciación entre ciencia, tecnología y crecimiento, haciendo también un breve análisis sobre la transferencia de tecnología y su impacto en los países en

desarrollo. Asimismo, en esta sección se busca establecer la base del desarrollo tecnológico y las razones y condiciones que llevan a las empresas a invertir en tecnología y en el desarrollo de la misma. Del mismo modo, se analizan brevemente las políticas tecnológicas de otros países a fin de contar con un punto de referencia y comparación que resulte ilustrativo para, más adelante, proponer una nueva política tecnológica para México.

En la segunda parte del libro, se detalla la relación entre el desarrollo tecnológico y la planta industrial de nuestro país y cómo el gobierno ha intentado promover, a lo largo de las últimas décadas, la ciencia y la tecnología. Asimismo se evalúa la realidad tecnológica del país o, más concretamente, se presenta una ejemplificación de las brechas tecnológicas que experimenta la planta industrial en varios sectores industriales relevantes para la economía mexicana.

La tercera y última parte del libro es eminentemente propositiva y busca demostrar cómo la clave del desarrollo industrial reside en una estrecha vinculación con el desarrollo tecnológico y cómo se puede lograr éste último. Se presenta, además, una serie de recomendaciones específicas orientadas a la construcción de una capacidad tecnológica que desemboque en el desarrollo de "tecnópolis", que consiste en la integración de ciudades tecnoindustriales, las cuales habrán de constituir la base de una planta productiva moderna y capaz de competir exitosamente a nivel global y de la industria tecnológica del futuro en nuestro país.

PRIMERA PARTE

CAPITULO I. CIENCIA, TECNOLOGIA Y CRECIMIENTO ECONOMICO

La creciente apertura comercial de la economía mexicana exige identificar y crear ventajas comparativas en un proceso de conversión gradual de la planta productiva nacional. Este proceso supone necesariamente el cambio tecnológico como medio para reducir costos, mejorar niveles de calidad e incrementar la competitividad de los bienes y servicios que se producen tanto para el consumo interno como para el mercado internacional. Este proceso de ajuste de la industria nacional requiere de la reestructuración de la política tecnológica para así lograr los niveles indispensables de eficiencia productiva.

Es frecuente encontrar que las políticas de ciencia y tecnología en los países en desarrollo han arrojado pocos resultados. En gran parte, esto se ha debido a que estas políticas han sido instrumentadas bajo el supuesto de que el fortalecimiento de la capacidad científica habría de generar, por sí misma, el desarrollo de una capacidad tecnológica propia y el de una cultura innovadora entre los industriales.

Los resultados de la política científica y tecnológica en muchos de estos países, sin embargo, no han sido los esperados. Con frecuencia, la política ha dado lugar a la adopción de un modelo ofertista de conocimiento, sin que surja por ello la demanda correspondiente ni sean alcanzados los niveles de avance tecnológico anunciados por sus planes de ciencia y tecnología.

Lo anterior se explica, en parte, por la ausencia de una adecuada comprensión de la relación que se establece entre ciencia y tecnología, y la posible contribución de la actividad científica al cambio tecnológico. Asimismo, no se ha logrado la identificación de los factores que inducen la demanda por tecnología en el contexto de estas economías. En muchos casos no se han analizado cuidadosamente las características que han venido adoptando el cambio tecnológico en las economías en desarrollo y el papel que ha jugado la transferencia de tecnología en este proceso. Finalmente, poco tiempo y esfuerzo se han dedicado al estudio sobre la creación de una capacidad tecnológica propia que comprenda una adecuada selección de tecnología importada, y su asimilación y adaptación, a fin de llegar a adquirir la capacidad para diseñar nuevas tecnologías.

LA CIENCIA

Historiadores y sociólogos polemizan en torno a la época, las circunstancias y el lugar en donde se originó el conocimiento científico. Algunos señalan a Grecia y al siglo VI D. C.; otros indican que sólo en la Inglaterra del siglo XVII con las bases del Humanismo y de la Escolástica —nacidos en Italia en los siglos previos— aparecen manifestaciones "claras y distintas" (expresión de Descartes) del método científico. Esta polémica se refiere a dos planos distintos de análisis: uno es el de la ciencia como idea y el otro es el de la ciencia como institución.

Como idea, la ciencia empieza a configurarse con los presocráticos como Pitágoras y, en particular y posteriormente, con los magnos aportes de Aristóteles. Este conjunto de filósofos creó el clima intelectual propicio para este tipo particular de conocimientos (en contraste con la magia y la metafísica) que es la ciencia.

Los componentes de este clima pueden resumirse en: a) entre los atributos distintivos del hombre el más apreciado es el de razonar; b) la naturaleza y la historia se ajustan a una racionalidad cuyas claves son, en principio, descifrables; c) es posible elucidar las relaciones cualitativas que se observan en los fenómenos, circunstancia que permite el enunciado de leyes; d) esta economía de pensamiento, fundada en exploraciones teóricas y empíricas, glorifica tanto a los dioses (Hesíodo) como a la condición humana; y e) las leyes científicas tienen carácter universal tanto en el sentido epistemológico como en el antropológico.

Estos cinco argumentos constituyeron el eje de un desbordado debate en la cultura occidental. Las relaciones entre teología y filosofía, entre el Estado y el Papado, entre la escolástica feudal y las universidades nacientes en Europa (en el siglo XII) fueron presididas por las variadas reacciones a estos enunciados. Este cuerpo de ideas caló hondo en la cultura occidental con el Renacimiento y el Humanismo. Desde entonces, parece representar una configuración intelectual irreversible, a pesar de que las tendencias románticas en la historia, la filosofía y la política han pretendido desplazarla.

Como institución, la ciencia pone acento en los mecanismos organizados de acumulación, difusión y evaluación. Las premisas del método científico no tienen importancia desde esta perspectiva si no se despliegan estructuras aptas para estas funciones. La visión institucionalista profesa que una hipótesis, teorema o descubrimiento es socialmente útil cuando se incorpora a una comunidad de especialistas que guarda, cultiva y difunde el conocimiento. De aquí la aseveración de que sólo en el siglo XVII, en Inglaterra primero y en el resto de Europa después, surgieron condiciones tangibles como las universidades, academias y

laboratorios científicos –apoyados por mecenas–, el intercambio de expertos y las publicaciones regulares que favorecieron la acumulación ordenada y la diseminación fluida del conocimiento. Por supuesto, el universalismo de este conocimiento no estaba reñido con la creatividad competitiva de los especialistas. La originalidad debía ser certificada públicamente. Después de esta certificación, el conocimiento se transformaba en un bien compartido de la comunidad científica.

En suma, como idea y como institución, la ciencia se rige por reglas específicas que el "científico" (término acuñado en el siglo XVII) internaliza. Es una variedad de la cultura nacional e internacional compartida por los especialistas, hasta el punto que los modernos economistas discuten si el gasto en ciencia es una "inversión" o un "consumo", como el fomento del teatro y la música.

Pero al despuntar el siglo XX, Inglaterra, Alemania y Francia empiezan a ensayar políticas para la ciencia; es decir, formas normativas de ingerencia gubernamental en la dirección y ritmos de la investigación. Con frecuencia estos intentos fracasaron debido a las resistencias organizadas de la "República de la Ciencia" (Polanyi) contra los gobiernos, o a la incertidumbre inmanente de las investigaciones básicas. En el curso de los años, estas modalidades de intervención se afinaron y, en algunas disciplinas, lograron articulaciones promisorias con las demandas del avance industrial; por añadidura, otras y nuevas disciplinas florecieron por dinámica propia.

Los preparativos para la Segunda Guerra Mundial y la emigración de científicos europeos aceleraron el acercamiento entre la "cultura científica" y la "cultura tecnoindustrial" en ramas como telecomunicaciones, balística y física nuclear. Incluso una nueva disciplina, la cibernética, brotó de esta vinculación. Sin

embargo, las distancias institucionales y profesionales se mantuvieron en todo momento.

Se comprendió, al fin, que la ciencia moderna es congruente con un "ethos" universalista y antropocéntrico (ethos weberiano) y, por lo mismo, no puede prosperar de la misma manera en todo contexto social, sino que depende de condiciones específicas para su desarrollo. En contraste, la tecnología se aviene mejor con lo que se ha reconocido como un "ethos schumpeteriano". Schumpeter propuso en 1939 una teoría para explicar la conducta cíclica de la economía. De acuerdo con este autor, el origen de los ciclos económicos se encuentra en el cambio tecnológico, que es a su vez promovido por los "empresarios". El empresario en el sentido "schumpeteriano" es aquél que posee la visión y la actitud hacia el riesgo que requiere la innovación tecnológica. Esta divergencia entre ethos arrastra formas dispares de considerar, promover y evaluar a la ciencia y la tecnología. Desafortunadamente, estas disparidades no siempre se han tenido presentes en el quehacer académico e industrial de México, como se verá más adelante.

LA TECNOLOGIA

Tecnología significa "un quantum de conocimiento" e implica la aplicación de este conocimiento –científico, empírico y de destrezas técnicas– al arreglo, operación, mejoría y expansión de instalaciones productivas.

Una de las confusiones más frecuentes en los intentos por definir tecnología y cambio tecnológico se encuentra en la controversia con respecto a lo que es innovación. La definición "schumpeteriana" de innovación tecnológica

supone la generación de un nuevo producto o de una forma radicalmente diferente de producir ("technological breakthrough"). Los economistas, hasta hace muy poco, sólo se preocupaban del análisis del impacto de las innovaciones mayores, negando la gran importancia que juegan los cambios menores y la mejoría en el proceso tecnológico en el aumento de la productividad. Con frecuencia, los cambios al equipo, materiales, procesos o diseño son una fuente vital y continua de incrementos de productividad en prácticamente todas las industrias. Este tipo de "cambio tecnológico" es el resultado de un esfuerzo técnico consciente que es muy común en los países de industrialización reciente, constituyéndose en procesos de asimilación y mejoría tecnológica. Estos elementos de cambio tecnológico han sido factores clave en el desarrollo económico de estos países.

De esta manera, en una visión amplia de lo que es tecnología, el cambio tecnológico puede adoptar las siguientes formas:

- Una innovación "mayor" que implique revolucionar una industria o rama industrial determinada al surgir nuevos productos o servicios (innovación en el sentido "schumpeteriano").
- Cambios menores que permiten reducir costos o diferenciar –por su distinta calidad o características– un bien o servicio ya existente.
- Una mejora en los procesos de producción que implique llevar a cabo la actividad en menor tiempo o con mayor ahorro de recursos.
- Un cambio en el entorno administrativo que permite que la producción se lleve a cabo de manera más ágil y eficiente.

- Un cambio en la estrategias de publicidad, imagen o mercadotecnia del bien o servicio que se está produciendo.

La literatura que se dedica a estudiar y analizar el factor tecnológico en el contexto de las economías en desarrollo incluye en la definición de cambio tecnológico aquellos procesos relativos al aprendizaje, asimilación, adaptación y mejoría técnica que tengan algún efecto en la productividad. Más aún, reconoce el efecto que tienen en el cambio tecnológico local los procesos de "aprender–haciendo" y "aprender-usando" que se refieren a las etapas de adquisición y adopción de tecnologías.

Así, el cambio tecnológico puede suponer desde las innovaciones mayores –o formas radicalmente diferentes de producir– hasta cambios menores y mejorías en el proceso que generalmente acompañan a las actividades de asimilación y adaptación tecnológica. Ahora bien, en este momento, resulta relevante preguntarse sobre la posible contribución de la ciencia a la creación de tecnología.

La relación entre ciencia y tecnología

A través de la historia, la investigación científica y el desarrollo tecnológico han sido actividades separadas que han perseguido metas distintas. En Europa, por ejemplo, después del Renacimiento, se podría suponer que existía alguna forma de interacción entre el ámbito de la ciencia y el de la tecnología. Sin embargo, la Revolución Industrial en Inglaterra fue llevada a cabo fundamentalmente por tecnólogos e ingenieros de aquella época quienes, por lo

general, desconocían los adelantos científicos de su tiempo. Su trabajo e inspiración se originaban fundamentalmente en su preocupación por los problemas técnicos que emanaban continuamente del proceso productivo. El apoyo que les brindaba la ciencia de su tiempo era muy poco o ninguno.

La limitada contribución de la ciencia a la generación de tecnologías antes de la mitad del siglo XIX debe ser interpretada a la luz de dos consideraciones básicas. La primera es que, con pocas excepciones, la mayor parte de las disciplinas científicas no habían alcanzado la suficiente madurez como para ofrecer conocimiento valioso o guía para los procesos tecnológicos. En segundo lugar, la mayor parte de las actividades productivas habían experimentado un avance significativo a través de formas tradicionales de acumulación de conocimiento útil o métodos que no requerían del conocimiento científico como tal. Esto no significa que el progreso tecnológico no hubiera podido ser más rápido si hubiese existido el conocimiento científico necesario, o si éste hubiese estado disponible. La búsqueda empírica inductiva, que se manifiesta en métodos de ensayo y error, es generalmente poco confiable; y como resultado, el desarrollo tecnológico fue errático y muy dependiente de factores azarosos. No hay duda de que la ausencia de un cuerpo de conocimientos científicos bien desarrollado, antes del siglo XIX, estableció límites al avance del desarrollo tecnológico.

Por ejemplo, fue durante la última parte del siglo XIX cuando la metalurgia como ciencia moderna, basada en el estudio sistemático de la estructura y la composición química de los metales, empieza a surgir. Antes de esto, la metalurgia se mantuvo como una actividad dominada por el conocimiento empírico basado en el ensayo y error, ignorando las transformaciones químicas involucradas en las etapas de la producción del hierro y del acero. Sin embargo, a

pesar de que la disponibilidad de conocimientos sistematizado era limitado o inexistente, se realizó un progreso considerable en el desarrollo de tecnología en esta área.

La enseñanza más importante de esta época es que muchas industrias fueron capaces de realizar grandes avances tecnológicos sin necesidad de apoyarse en la ciencia. Es decir, el desarrollo tecnológico de entonces no requirió del conocimiento científico. Esta afirmación es válida no sólo para el desarrollo tecnológico que experimentó Inglaterra durante la Revolución Industrial, sino también Estados Unidos durante el siglo XIX.

Aun en el siglo XX, cuando el proceso de cambio tecnológico ya ha incorporado el conocimiento científico en forma efectiva, es un error tomar esa dependencia entre ciencia y tecnología como un proceso que se establece automáticamente. La esfera de la tecnología incorpora un grado considerable de autodeterminación, en el sentido de que utiliza también una gran cantidad de conocimiento que se genera dentro de una esfera estrictamente tecnológica –por ejemplo, por ingenieros y otros tecnólogos– y no necesariamente importada del mundo científico.

En suma, la investigación científica y el desarrollo tecnológico son actividades muy distintas en sus métodos y en sus finalidades. La investigación básica tiene como objetivo incrementar el conocimiento científico o descubrir nuevos campos de conocimientos y métodos de investigación. En principio, esta actividad no se propone ningún objetivo práctico. Su objetivo es la búsqueda del conocimiento por el valor que éste tiene en sí mismo y su finalidad es la difusión del conocimiento que así se adquiere, a través de publicaciones en revistas

especializadas, reuniones científicas y la docencia. El desarrollo tecnológico, por otro lado, consiste en el empleo sistemático de los resultados no sólo de la investigación científica, sino también del conocimiento empírico, con el propósito de producir nuevos materiales, productos, instrumentos, mecanismos, métodos, procedimientos y sistemas, o de contribuir al mejoramiento de los que ya existen; de ahí que las actividades tecnológicas se encuentren enfocadas, principalmente, al desarrollo de prototipos, instalaciones experimentales y servicios piloto. Este tipo de conocimiento toma la forma de técnicas, manuales, planos, reglas y acciones estipuladas en programas y políticas concretas de operación.

Su impacto en el crecimiento económico

El efecto de la ciencia y la tecnología en el crecimiento económico ha sido analizado desde perspectivas diferentes. Se ha hablado de que el crecimiento consiste en aumentar la producción nacional a partir de la utilización de un número mayor de recursos y de que el desarrollo económico consiste en incrementar la producción nacional a través de hacer más eficiente la utilización de los mismos. De acuerdo a estos enfoques, la tecnología puede contribuir al crecimiento económico incrementando la utilidad de los recursos disponibles, por ejemplo, aumentando la cantidad de tierra disponible o mejorando el uso posible de materias primas, antes consideradas inútiles. La tecnología también contribuye al desarrollo a través de la elevación de la productividad mediante el uso de una mejor maquinaria, la organización de la producción y la administración de los recursos.

Históricamente, las apariciones de la ciencia, la tecnología y el crecimiento económico son independientes. Sólo a mediados del siglo XIX, con la formación

de laboratorios industriales en Alemania, Inglaterra y Francia, se empiezan a vislumbrar las posibles conexiones entre el avance de la investigación, su uso comercial y su traducción en la productividad agregada. También se percibe que ciencia y tecnología facilitan la integración cultural y económica de los sistemas nacionales. Pero estas conexiones no entrañan una simple relación causal o necesaria; ni tampoco a un gasto determinado en investigación sigue por fuerza un índice más elevado de crecimiento. Los vínculos son mucho más complejos y sus impactos –cuando se presentan– se verifican en tiempos indeterminables.

Más aún, se conocen casos en los que el aparato productivo se ha modernizado tecnológicamente sin una incorporación sustantiva del conocimiento que resulta de la investigación en ciencia básica; y esta expansión ha ocurrido prescindiendo de los centros académicos. En cierta medida, países latinoamericanos de pequeña y mediana magnitud ejemplifican esta posibilidad. En ellos ha ocurrido un cambio técnico precario, concentrado en el sector exportador, en un ámbito geográfico reducido y afectando a núcleos sociales fragmentados. Este tipo de cambio tecnológico se ha constituido como un factor exógeno a las economías y como respuesta a largos ciclos comerciales o coyunturas imprevisibles.

Por otra parte, varios países (como Japón y Corea del Sur) han alcanzado niveles significativos de desarrollo mediante la asimilación intensa y ascendente de los adelantos tecnológicos realizados en otros países. En una primera etapa, el cambio tecnológico de estos países ha consistido más en una adquisición externa acertada que en la generación de conocimiento por núcleos locales de investigación básica. Estos casos muestran que la industrialización de la tecnología es factible con base en el aprovechamiento de los canales

internacionales de conocimiento especializado. Las políticas educativas de formación de capital humano responden a los requerimientos del uso de transferencia externa de tecnología. De ahí que estas políticas hayan enfatizado la preparación de cuadros profesionales capaces de entender y decodificar el conocimiento científico generado en otros países para el aprovechamiento local. Esto ha permitido que los países receptores realicen, en una etapa posterior, procesos más complejos de asimilación, alcanzando así un desarrollo tecnológico comparable al logrado por los países que originalmente generaron ese conocimiento.

Más aún, el liderazgo tecnológico de Japón, después de la Segunda Guerra Mundial, indica que el capital invertido en procesos de asimilación tecnológica ha sido más redituable que el gasto en investigación básica original. En este proceso de intensa asimilación tecnológica, Japón requirió más de cuadros científicos intermedios que de científicos que pudiesen alcanzar el Premio Nobel.

Existen países como Israel y Suecia en donde el desarrollo tecnológico se ha suscitado en paralelo al desarrollo de disciplinas científicas apenas ligadas con la actividad comercial inmediata. Es cierto que la existencia de estos sustentos facilitó el adiestramiento de personal técnico, que a su vez fue demandado por las actividades de desarrollo tecnológico que imponía el mercado. Pero la relación no fue ni directa ni deliberada.

Un caso particularmente interesante es el de Estados Unidos. Durante el siglo XIX este país se benefició de las innovaciones tecnológicas de Gran Bretaña, mismas que dieron origen a la Revolución Industrial. El proceso de industrialización de Estados Unidos no involucró necesariamente un proceso

inventivo, sino lo que comúnmente se reconoce como la transferencia de tecnologías que han sido desarrolladas en otros lugares. Este proceso de transferencia no fue simple; de hecho, requirió de mucha destreza, competencia mecánica y conocimiento técnico por parte del receptor. Como resultado, dicho proceso de transferencia de tecnología consistió en mucho más que el simple desplazamiento geográfico de la maquinaria de Inglaterra a Estados Unidos; involucró aspectos complejos de selección, adaptación y modificación para hacer posible que esta tecnología funcionara efectivamente en un país diferente a aquél en el que se originó. Hasta mediados del siglo XIX, se observó –tanto en Gran Bretaña como en Estados Unidos– una limitada utilización de la ciencia en el desarrollo de tecnologías (1). Durante las primeras décadas de este siglo, el rápido crecimiento de Estados Unidos se fundó en la ramificada afluencia de capital físico y en innovaciones técnicas producidas por inventores individuales y algunos laboratorios industriales adscritos a universidades y empresas.

Por el lado del desarrollo de la ciencia, en los años treinta Estados Unidos sentó las bases de una encumbrada posición científica debido al intenso desplazamiento de científicos europeos a este país. Asimismo, los científicos norteamericanos debieron viajar a Europa –especialmente al núcleo de la cultura alemana– para enriquecer sus conocimientos y luego institucionalizar nuevas especialidades básicas en centros académicos.

En las primeras décadas del siglo XX, el crecimiento norteamericano fue impelido por rápidas innovaciones técnicas demandadas por mercados en expansión y por el desarrollo científico, resultado de un proceso migratorio selecto a través del cual este país adquirió un acervo de investigadores que le procuraron un liderazgo científico internacional que ha sido ampliamente reconocido desde los

años cincuenta.

Las brechas en el desarrollo científico y tecnológico que se observan entre los países industrializados son de diversa índole y muchas de ellas son más de gestión administrativa que estrictamente tecnológicas. Estas brechas no son unidimensionales ni se refieren a un nivel similar. Algunas emanan de un pobre potencial científico, pero otras de la inexistencia de articulaciones institucionales entre innovaciones y usuarios y entre las políticas gubernamentales y los mercados. Cabe señalar la existencia de brechas específicas (por ejemplo, en la computación, estado sólido, robótica, microbiología y biotecnología), pero de ninguna manera son ni generales ni irreversibles. La integración fluida de las sociedades, la rapidez de las comunicaciones, la transnacionalización de empresarios y empresas neutralizan cualquier brecha persistente y significativa. Ciertamente, economías que se segregan –por política deliberada o por inviabilidad estructural– de estas corrientes internacionales de conocimiento no pueden aprovechar las ventajas de la internacionalización industrial y postindustrial y sufren pasivamente impactos unilaterales y caprichosos de los ciclos comerciales y tecnológicos, con el consiguiente estrechamiento de la autonomía nacional y de los márgenes de maniobra de política económica y social.

Estos comentarios llevan a replantear conceptos convencionales sobre "liderazgo" en el ámbito científico y "liderazgo" en el ámbito tecnológico. Así, un país puede lograr un puesto de vanguardia en la tecnología de algunas ramas con base en la difusión internacional del poder productivo y puede llegar a poseer un "liderazgo tecnológico" a pesar de contar con una endeble base científica (Japón ejemplifica de manera extrema este caso). Pero también a la inversa: puede

obtener la delantera en varias disciplinas de la ciencia básica sin la consecuencia de una amplia expansión tecnológica y productiva.

Analizando las experiencias norteamericana y japonesa durante la etapa más intensa de su industrialización, se encuentra que estas naciones no fueron pioneras en ciencia básica. Pudieron, sin embargo, desarrollar una gran capacidad de absorción del conocimiento científico y tecnológico del exterior como la base necesaria para el proceso de importar y adaptar tecnologías. Esta capacidad de absorber, asimilar y adaptar tecnologías se relacionó con los logros del sistema educativo y la intervención directa e indirecta del gobierno. Asimismo, las experiencias de Japón y sobre todo de Estados Unidos ilustran que, estos mismos países, más tarde y en una etapa de mayor modernización, pudieron adquirir la capacidad de hacer investigación básica de primera calidad y contribuir así al desarrollo posterior de tecnologías más intensivas en ciencia y a la frontera del conocimiento científico mundial.

Fue en esta etapa posterior cuando se observó, en forma creciente, que las necesidades del desarrollo tecnológico definieron las prioridades de la investigación científica, movilizandoy dando forma a esta actividad. Por ejemplo, antes de la invención del transistor en 1948, muy pocas universidades realizaban investigación en la física del estado sólido. La invención del transistor, realizada por Shockley, hizo que se descubriera la enorme importancia de la investigación en este campo de la física y que se canalizara, a partir de entonces, una gran cantidad de recursos para apoyar el desarrollo de este campo, tanto en las universidades como en la industria privada. Este tipo de investigación científica "orientada a una misión" dio origen a los laboratorios de investigación industrial, establecidos con objeto de explotar el conocimiento científico para propósitos

industriales. En forma creciente, estos laboratorios han venido generando el conocimiento científico que ellos mismos explotan. Al mismo tiempo, los problemas enfrentados por éstos en el proceso de desarrollar nuevas tecnologías y las situaciones anómalas que se crean a lo largo de este proceso, han servido de estímulo y de desafío para la generación del conocimiento científico tanto para los tecnólogos que trabajan en los laboratorios industriales como para los científicos.

Los países en desarrollo no pueden permanecer al margen de los esfuerzos científicos internacionales –especialmente en el siglo XX cuando el ritmo de la ciencia se ha acelerado y cuando la brecha entre la ciencia y la tecnología se ha ido reduciendo tan significativamente. Sin embargo, es ilusorio pensar que un país en desarrollo puede destacar en todos los campos de la investigación científica. Con frecuencia se observa que estos países han invertido fortunas en mantener "elefantes blancos" que no han contribuido ni al avance de la ciencia, ni al desarrollo de la tecnología.

Todos aquéllos preocupados por la definición de políticas de ciencia y tecnología están de acuerdo en que el mayor desperdicio en el que puede incurrir un país en desarrollo consiste en apoyar investigación científica de "segunda categoría". Sin embargo, no se puede negar que existen campos científicos en donde es deseable que estos países incursionen debido a su importancia específica para el desarrollo regional. Los mejores ejemplos de estos tipos de actividad científica se encuentran en las ciencias agrícolas y de la salud. Sin una investigación científica en el área de la agricultura no se habría generado la investigación en química aplicada y en genética (lo que se ha denominado como la revolución verde). En forma semejante en el área de la salud, un esfuerzo de

investigación transnacional –incluyendo a los países en desarrollo– puede garantizar la generación de conocimientos para encontrar la solución a muchas enfermedades en todas las regiones del globo.

Una política balanceada de ciencia y tecnología contemplaría el fortalecimiento de la educación científica y técnica, así como la creación de un ambiente económico flexible y de una capacidad tecnológica propia que permitiese realizar las elecciones tecnológicas adecuadas, adaptándolas a las necesidades y características de cada país.

El logro de estos objetivos en un país en desarrollo supone que éste incremente la capacidad de absorber tecnología que se transfiere del exterior. Sin duda alguna, éste es el primer paso para conseguir la formación de una capacidad tecnológica propia y constituye la base para el proceso de reestructuración de la política tecnológica mexicana.

LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

Un elemento clave en la estrategia tecnológica de cualquier país se refiere a la capacidad de éste para seleccionar, asimilar y mejorar tecnología extranjera en forma eficiente. Generalmente es más barato adquirir la tecnología del exterior y adaptarla a las condiciones del país que la asimilar que desarrollar esta tecnología una vez más en los laboratorios locales. Abundante evidencia empírica muestra que el adoptar tecnología ha generado mejores resultados tanto económicos como financieros en aquellos países o compañías que han decidido hacerlo, en vez de haberla desarrollado ellos mismos. Este ha sido el caso de Japón, Taiwán y Corea del Sur, modelo que están siguiendo de cerca otros países

asiáticos, por lo menos hasta la etapa en que la brecha entre estas naciones y las naciones productoras de tecnología se ve reducida en forma significativa. Cuando esto ocurre, el desarrollo científico propio tiene razón de ser (como está ocurriendo en Japón hoy en día).

La industrialización de Japón, después de la Segunda Guerra Mundial dependió, en gran medida, de la importación de tecnología. Sin embargo, ésta no fue suficiente para lograr el avance tecnológico tan significativo que ha alcanzado este país. La transferencia de tecnología estuvo asociada con una intensa actividad de asimilación y con un proceso de "ingeniería hacia atrás" que consiste fundamentalmente en desarmar los equipos, entender su funcionamiento y rearmarlos, una vez que la tecnología incorporada en este equipo ha sido asimilada. Asimismo, se realizó un importante proceso de aprendizaje tecnológico, mejorando con frecuencia la tecnología que originalmente se había importado.

Ahora bien, antes de entrar a la discusión de las implicaciones de la transferencia de la tecnología a un país en desarrollo como México, es importante recordar que la transferencia de tecnología de un lugar a otro no es un fenómeno reciente, sino por el contrario; existe evidencia de que este tipo de proceso se ha dado a través de toda la historia. Existen numerosos datos arqueológicos que demuestran en forma convincente que la transferencia de la tecnología fue un aspecto importante de las sociedades prehistóricas. Francis Bacon hizo notar que tres invenciones mecánicas –la impresión, la pólvora y el compás– cambiaron la apariencia y el estado de todas las cosas en el mundo: el primero en la literatura, el segundo en la guerra y el tercero en la navegación. Bacon no hizo notar, sin embargo, que ninguno de estos inventos se originaron en Europa, a pesar de que fue en ese continente en el que éstos se asimilaron y desarrollaron. Estos inventos

clave para la cultura occidental representan ejemplos exitosos de transferencia de tecnología a Europa proveniente probablemente de China. Esta evidencia empírica permite argumentar seriamente que la receptividad europea a las nuevas tecnologías y la capacidad de asimilarlas, independientemente de su origen, fue tan importante como la invención misma.

La habilidad para industrializarse a través de la transferencia de tecnologías que existen en otros países, sin tener que reinventarlas, constituye una de las grandes ventajas de los países que han experimentado una industrialización tardía. Sin embargo, la transferencia de tecnología de sociedades industriales avanzadas puede tener efectos negativos o no deseables en las economías en desarrollo si éstas no cuentan con una capacidad tecnológica propia que les permita seleccionar, asimilar y adaptar la tecnología que se importa.

A continuación se analizan los principales problemas asociados con la transferencia de tecnología a las economías en desarrollo. Estos problemas se relacionan con los siguientes aspectos: primero, el funcionamiento –generalmente imperfecto– de los mercados de tecnología y el efecto de éste sobre el precio de la misma; segundo, el impacto en los países en desarrollo de las tecnologías que han sido generadas en sociedades industriales avanzadas y, finalmente, la creación de una capacidad tecnológica propia.

Los mercados internacionales de tecnología

Los mercados de tecnología son generalmente imperfectos. Su naturaleza se encuentra determinada, en gran parte, por los problemas que suponen la propiedad intelectual sobre la tecnología y las cláusulas restrictivas que con

frecuencia establece el propietario de la tecnología y que quedan estipuladas en los contratos de adquisición de la misma.

Una vez que la tecnología ha sido producida, desde el punto de vista de la teoría económica o de la maximización del bienestar social, es un "bien público". Por lo mismo, y de acuerdo a esta perspectiva, es de esperarse que su difusión no ocasione costo alguno (ignorando los costos marginales implícitos en su transferencia a través de las empresas o industrias). Sin embargo, la generación de tecnología tiene un costo y la sociedad debe estimular la generación de innovaciones a través de incentivos a los inventores. Las condiciones así planteadas llevan a una situación que los economistas reconocen como subóptima que representa el conflicto de, por un lado, maximizar el bienestar social difundiendo la tecnología gratuitamente o a un precio muy bajo y, por otro, incentivar la generación de innovaciones otorgándole un "premio justo" al inventor.

En la comercialización de la tecnología, el meollo de la cuestión reside en cómo reconciliar la necesidad de incentivar la innovación tecnológica y, al mismo tiempo, asegurar la difusión de la misma. La solución consiste en otorgar una especie de "monopolio" legal –aunque temporal– al inventor, obligando al usuario al pago de la tecnología al primero. En el contexto de la economía de un país en desarrollo, el proveedor de la tecnología tiene varios medios para apropiarse de los beneficios que se derivan de ésta: puede vender los derechos para el uso de la tecnología a través del pago de regalías, si se trata de una patente, pagos por asistencia técnica, o el precio que se paga por un equipo que lleva incorporada la tecnología.

Estos "cuasi-monopolios" sobre el uso de la tecnología son generalmente

reforzados por "cláusulas restrictivas" que con frecuencia se encuentran en los contratos de transferencia de tecnología, restringiendo el uso de ésta a determinadas condiciones, por ejemplo, limitando la exportación de bienes que resultan del uso de la tecnología con objeto de reservar ciertos nichos del mercado al creador de la misma. Los mercados de tecnología reflejan las imperfecciones inherentes al "cuasi-monopolio" que se le otorga al innovador a través de una parte de los beneficios comerciales de la innovación tecnológica.

La naturaleza de los mercados de tecnología es compleja y pueden adoptar formas muy diversas, por ejemplo, la venta directa del uso de la tecnología, la transferencia de tecnología asociada a la inversión extranjera directa –que se observa con frecuencia entre las empresas multinacionales– o la coinversión de la compañía que generó la tecnología con un inversionista local.

Existen muchos factores que caracterizan a la oferta de tecnología, factores que están influyendo en el grado de control que se ejerce sobre una tecnología determinada y, por lo mismo, el control monopolístico u oligopólico que se ejerce sobre ésta. Estos son, entre otros, los siguientes:

- La edad y el grado de difusión de la tecnología. Cuanto más antigua y mejor difundida está una tecnología, mayor es el número de proveedores potenciales y menor el control monopolístico sobre ésta y, por lo mismo, menor su precio.
- La variedad de las fuentes (productores de equipo, consultorías, inversionistas extranjeros, etcétera). Cuanto mayor sea la variedad de las fuentes de una tecnología particular, menor el control monopolístico sobre

ésta y menor su precio.

- El grado de "empaquetamiento" de la tecnología. La tecnología puede ser adquirida "en paquete", lo cual supone la adquisición no sólo del conocimiento o "know-how", sino también del equipo o maquinaria y de la asistencia técnica para su uso. En ocasiones, el "paquete" incluye también los estudios de preinversión y la tecnología de mercado. Cuanto más "empaquetada" está la tecnología, mayor es la renta cobrada por concepto de su uso.
- La velocidad en la que la tecnología cambia. Cuanto más dinámica es una tecnología, es decir, cuando presenta un ritmo de cambio mayor, menor es el control sobre la apropiación de ésta y menor su precio.

Lo anterior sugiere que los mercados de tecnología pueden, dependiendo de la naturaleza de la oferta tecnológica, ser más o menos competitivos o monopolísticos. Sin embargo, la naturaleza de la oferta no es el único factor que influye en el funcionamiento de los mercados. El factor más importante para incrementar la competitividad de los mercados de tecnología reside en la capacidad de selección, asimilación y adaptación de las tecnologías que se transfieren al país o a la compañía demandante. Esto último es lo que se ha denominado como "capacidad tecnológica propia", que se comentará con mayor detalle después de examinar el impacto de la transferencia de tecnología en los países menos desarrollados.

Ahora bien, cuando la tecnología se adquiere de fuentes externas, el problema fundamental que enfrentan las empresas es el de determinar el precio

"justo" para la compra de una tecnología específica. La determinación del precio depende, en gran medida, de la capacidad de negociación de las empresas o receptores potenciales de la tecnología y de los oferentes de ésta. Existe un problema conceptual en la determinación de los costos totales de la tecnología que se importa. A pesar de que se sabe que el elemento de pago es la tecnología, es muy difícil establecer el tamaño de este elemento. El mayor problema es, sin embargo, el comportamiento monopolístico o cuasi-monopolístico de los mercados de tecnología. En un mercado cuyo funcionamiento fuese perfecto, la competencia reduciría el costo de adquirir la tecnología al costo marginal. Debido a que –como se apuntó antes– una vez que la tecnología ha sido desarrollada su costo marginal es muy bajo, se esperaría que en un mercado competitivo el costo por adquirir tecnología fuese muy bajo también.

La comercialización en un mercado monopolístico o cuasi-monopolístico ha establecido un sistema a través del cual los vendedores de tecnología asignan un precio excesivo a la transferencia de ésta. El precio aceptable para el oferente de tecnología oscila entre el costo marginal de transferir la tecnología –que como ya se dijo es casi nulo– y un precio que sería muy alto –que correspondería a la otra alternativa que tiene el oferente, que es no vender la tecnología, sino utilizarla él mismo. Podría ser que no se llegase a ese tope de existir otras posibles tecnologías sustitutas en el mercado, pero de todas maneras existe un límite superior dado por el precio de estas alternativas.

Desde el punto de vista del demandante, éste estará dispuesto a pagar cualquier precio entre cero y el flujo neto de beneficios descontados que espera obtener; o, en su caso, el costo neto de encontrar fuentes alternativas de la tecnología, lo cual incluye, en el caso extremo, el costo de desarrollar la tecnología

por sí mismo. En otras palabras, el precio depende del precio máximo que los compradores están dispuestos a pagar por esta tecnología y el mínimo, al que los vendedores están dispuestos a vender. Queda entonces un amplio margen de negociación entre los dos interlocutores, mismo que puede ser todavía más amplio en tanto que la tecnología sea escasa y las alternativas sean evaluadas y valoradas en términos distintos por cada uno de ellos. Una empresa que sea relativamente ignorante de las características del mercado tenderá entonces a tener un limitado poder de negociación y, por ello, a pagar precios relativamente más altos.

En suma, el precio que se paga por adquirir la tecnología está sujeto, en gran medida, a la capacidad de negociación y "regateo" de los vendedores y compradores. Esta capacidad de negociación depende, a su vez, de la información y capacitación técnica con la que cuenta la parte adquiriente. En última instancia, en el proceso de adquisición de la tecnología, la capacidad de negociación por un precio razonable en los mercados está directamente relacionada a la creación de una capacidad tecnológica local.

El impacto de la transferencia en los países en desarrollo

La noción de una tecnología adecuada o inadecuada surge del análisis cuidadoso acerca de qué tan apropiado es un método de producción en función de la disponibilidad de mano de obra y de las necesidades de crear empleo, de las calificaciones específicas de esta mano de obra y de la disponibilidad de materias primas indispensables para la producción. Asimismo, se juzga qué tan apropiada es una tecnología en función de su grado de adecuación a las características del medio ambiente en el que tiene lugar el proceso productivo.

Con frecuencia, las tecnologías se han desarrollado en contextos sociales en los que existe escasez de mano de obra; de ahí que estas tecnologías generalmente tiendan a "ahorrar" en el factor trabajo. Estas tecnologías "intensivas en capital" resultan no ser las más apropiadas para aquellas economías en las que abunda la mano de obra. De la misma manera, el contexto en el que se crea una tecnología puede estar caracterizado por la presencia de una clase trabajadora que ha sido educada por generaciones, de ahí que su receptividad a las tecnologías avanzadas sea muy diferente a la que experimenta un país menos avanzado, en el que la expansión educativa y la preparación técnica son fenómenos relativamente recientes.

Asimismo, se ha estudiado también el grado de adecuación a las necesidades locales, tanto de la tecnología, como de los bienes que estas tecnologías producen. Se ha encontrado que las tecnologías que se transfieren del exterior con frecuencia producen bienes que no responden a las necesidades de la demanda local, por sus características de sofisticación y precio. La explicación de este fenómeno reside en el hecho de que estas tecnologías han sido desarrolladas en sociedades de altos ingresos, donde la naturaleza de la demanda es muy diferente a la que se encuentra en una economía menos avanzada.

Por último, cabe preguntarse sobre el grado en el que la tecnología que se transfiere del exterior es la más adecuada en función de la demanda potencial del mercado internacional. Sin lugar a dudas, la tecnología es uno de los factores determinantes en la reestructuración de las ventajas comparativas de una nación. Es importante considerar la medida en que la transferencia de tecnología del exterior fortalece y crea ventajas comparativas en los mercados de exportación

para las naciones receptoras.

El factor que más influye en el éxito de la transferencia de tecnología es el surgimiento de una capacidad tecnológica propia. Los países que han experimentado con éxito la transferencia de tecnología han aprendido que, en una etapa temprana, la importación de tecnologías supone un mínimo de nivel de desarrollo de destrezas técnicas no sólo para modificar y adaptar la tecnología extranjera a las necesidades locales, sino también para realizar una selección inteligente entre el amplio rango de opciones de proveedores de tecnología extranjera. Una elección inteligente entre las tecnologías disponibles presupone un conocimiento técnico considerable.

La experiencia japonesa es particularmente ilustrativa en este punto. Los japoneses fueron muy exitosos en adaptar tecnologías occidentales a diferentes proporciones de factores. En distintas formas, los japoneses adaptaron tecnologías occidentales de tal manera que la razón capital-trabajo pudiese ser la más adecuada a sus necesidades de creación de empleo. En la rama textil, por ejemplo, compraron maquinaria usada, en ocasiones maquinaria que había sido desechada en Inglaterra por obsoleta. Esta maquinaria era utilizada por un número mayor de horas y a una mayor velocidad de lo que se hacía originalmente en Estados Unidos o Inglaterra, empleando más personal encargado de darle servicio y creando así un mayor número de empleos.

La capacidad de asimilación y adaptación ha sido un factor crítico en el éxito tan impresionante alcanzado por Japón en los últimos 25 años. La habilidad de asimilación y adaptación que ha mostrado este país durante el periodo en cuestión se basó en lo que se identifica como "ingeniería hacia atrás" –definida

con anterioridad— y también en la llamada "ingeniería de mejora", que consiste en descomponer la tecnología, rearmándola para mejorarla. De esta manera, se realizó un importante proceso de aprendizaje tecnológico, mejorando con frecuencia la tecnología originalmente importada. Esta habilidad técnica no dio probablemente origen a ninguna invención original. Sin embargo, permitió contar con un número mayor de posibilidades de tecnología extranjera adaptándola y moldeándola a las necesidades particulares de este país, con un alto nivel de maestría y sofisticación. El factor más importante en el éxito japonés en esta primera etapa consistió en la habilidad de este país para utilizar, adaptar y asimilar las tecnologías independientemente de su lugar de origen.

En forma semejante, los países asiáticos de la Cuenca del Pacífico, como Corea del Sur y Taiwán, han logrado en las décadas recientes adaptar con éxito tecnología occidental, generalmente utilizando más mano de obra. Estos países no cometieron el error de asociar un determinado equipo con una intensidad de factores. En algunos casos, la maquinaria dicta un nivel de intensidad de factores (capital y trabajo) con muy pocas alternativas para hacer sustituciones exitosas, especialmente en procesos productivos en los que las economías de escala son importantes. Pero, como lo han demostrado las experiencias de estos países asiáticos, existen generalmente muchas oportunidades en el uso de maquinaria occidental para sustituir capital por trabajo.

El transplante exitoso de una tecnología involucra la capacidad doméstica para cambiar, modificar y adaptar de mil maneras —a veces en forma que es sólo evidente al técnico o ingeniero experto— la tecnología original. Una economía que carece de esa capacidad tiene pocas probabilidades de usar con éxito tecnologías que fueron desarrolladas en otros países y en un conjunto muy diferente de

circunstancias.

En la siguiente sección se analizarán con más detalle los aspectos que involucra la creación de una capacidad tecnológica propia.

LA CREACION DE UNA CAPACIDAD TECNOLOGICA PROPIA

El progreso tecnológico, visto desde la perspectiva de la industria, puede adoptar una gran variedad de formas. Este progreso puede comprender innovaciones mayores –en el sentido schumpeteriano– en productos y procesos, la adopción de técnicas nuevas que han sido desarrolladas en otros lugares, el mejoramiento de la productividad a través del uso de las mismas técnicas y a través de una mejor administración y organización y lo que se denomina "aprender-haciendo". A continuación se presentan algunos de los aspectos relacionados con la creación de una capacidad tecnológica propia.

Capacidad de seleccionar y asimilar la tecnología

Como se sugirió antes, la imperfección de los mercados de tecnología se incrementa no sólo por la naturaleza de la oferta tecnológica sino también, y en forma importante, por la falta de información y capacitación técnica del demandante. La "debilidad tecnológica" (falta de expertos, destrezas, experiencia, investigación y desarrollo) y el no contar con información suficiente sobre la disponibilidad de tecnologías son factores que conspiran para aumentar las imperfecciones inherentes al mercado de tecnologías. El nivel más básico, y no por eso menos importante, de la capacidad tecnológica consiste en contar con la capacidad de seleccionar la tecnología más adecuada en términos de calidad y

precio y también en términos de las condiciones y características específicas del contexto en el que se realiza el proceso productivo. Asimismo, el contar con mayor información sobre el rango de alternativas disponibles permite incrementar la capacidad de negociación del demandante de tecnología, evitando el sobreprecio que, como se mencionó con anterioridad, es una práctica común entre los proveedores de tecnología.

Por su parte, la asimilación tecnológica consiste en alcanzar un nivel eficiente de operación dentro de los parámetros de la misma tecnología, sin requerir de asistencia técnica del exterior. Un segundo nivel consiste en la habilidad del receptor para reproducir por completo la tecnología, pero aún dentro de los parámetros del diseño original de la misma.

Capacidad de adaptar y mejorar la tecnología

La adaptación y la mejoría de la tecnología se inician casi simultáneamente con la operación de la misma. Estos procesos de adaptación surgen con frecuencia cuando la disponibilidad de la materia prima varía y el diseño del producto tiene que modificarse. En forma semejante, cuando se trata de tecnologías importadas procedentes de países con diferentes tradiciones en ingeniería, una parte muy importante del proceso de adaptación consiste en estandarizar la tecnología a varios diseños, componentes y procesos. La adaptación también toma lugar cuando la tecnología original está basada en grandes volúmenes de producción y, por lo tanto, su aplicación a escalas menores supone adaptaciones no sólo al diseño de la planta en general, sino también al número de componentes y al método de producción. La reducción en el número de componentes y el uso de la maquinaria menos especializada puede disminuir el

costo de producción en forma significativa. Más aún, incluye adaptaciones menores a las características de los productos para satisfacer las necesidades de la población local.

La capacidad para mejorar una tecnología implica que los procesos de innovación pueden ir más allá de la tecnología en sí misma o de la introducción de un nuevo producto. La naturaleza del perfeccionamiento tecnológico en un sector en particular y del esfuerzo de cada compañía por lograr éste varía entre una actividad productiva y otra.

Capacidad de diseñar nuevas tecnologías

La capacidad de diseño de tecnología responde a retos específicos de la economía en la que la innovación tecnológica tiene lugar. Por ejemplo, el diseño de nuevas tecnologías puede estar en función de la posibilidad de explotar una ventaja comparativa que existe potencialmente a nivel local. Otros casos que ameritan el diseño de nuevas tecnologías son los de la disponibilidad de recursos naturales específicos de un país, la posibilidad de encadenar verticalmente un proceso productivo que iría de la extracción y la transformación de la materia prima hasta el producto final, o el caso, que es frecuente en los países en desarrollo, en el que la demanda de nuevas tecnologías responde a problemas o necesidades propias de la región. Este tipo de demandas al desarrollo tecnológico son muy comunes en la producción agropecuaria y en las áreas de salud y vivienda.

El papel de la política tecnológica

Como se ha venido argumentando, la transferencia de tecnología a los países en desarrollo que han experimentado un proceso de industrialización tardía puede significar enormes ventajas. Estos pueden beneficiarse de la multiplicidad de los avances científicos y tecnológicos de los países desarrollados. Sin embargo, se ha indicado también que la pasividad tecnológica de los países receptores puede incrementar enormemente los costos económicos y sociales, debido a la naturaleza imperfecta de los mercados de tecnología y el carácter de la tecnología creada en economías industriales avanzadas. De ahí la necesidad de una política explícita de tecnología instrumentada por el gobierno que ofrezca grados diferenciales de maniobra y control sobre el proceso de avance tecnológico a nivel de empresa y del país.

Existen además otros motivos para una influencia flexible de los gobiernos: la decisión del volumen del gasto en investigación y desarrollo, su reparto por sectores, las facilidades que se conceden a la transferencia externa de tecnología y al readiestramiento continuo de la fuerza laboral. Estas circunstancias justifican ampliamente el diseño de una política tecnológica debidamente embonada con el desarrollo industrial y el mercado de trabajo. Más concretamente, la relación entre tecnología y crecimiento supone la participación de la política gubernamental en las áreas de selección, asimilación y adaptación de tecnología.

Las políticas públicas deben fomentar una selección adecuada de la tecnología, particularmente cuando la capacidad local de crear tecnología es débil, fragmentaria, o no alcanza una masa crítica. Las políticas gubernamentales deben alentar la importación de tecnología con arreglo a las direcciones del desarrollo industrial. Asimismo, estas políticas deben orientarse a fortalecer y perfeccionar la capacidad de negociación con los abastecedores.

Con objeto de dismantelar las barreras que limitan el flujo de información sobre el espectro de tecnologías disponibles, estas políticas deben estimular la difusión internacional y local del conocimiento, estableciendo redes de información, mediante la creación de centros de información y centros de adiestramiento que permitan la identificación rápida de los cuellos de botella y favorezcan el contacto permanente con núcleos académicos que formen y ofrezcan capital humano.

Las políticas públicas deben fomentar la asimilación y adaptación de innovaciones tecnológicas a las características y necesidades que les plantea el contexto nacional. Estas políticas deben incentivar la absorción tecnológica, en especial en épocas recesivas cuando se endurece la aversión privada al riesgo. El fomento puede tomar varias modalidades: apoyo crediticio directo, complementos financieros equivalentes al gasto empresarial en el aprendizaje técnico, capital de riesgo y auspicio de vínculos con otras empresas de dinámica superior.

Todas esas formas de fomento deben tener bien presente, como punto de partida, que la asimilación y adaptación que se pretende estimular tiene que provenir, sin embargo, de las empresas mismas. Es decir, la política gubernamental debe reconocer que son éstas las que tienen que transformarse para lograr que un país fortalezca su planta industrial ajustándola a los dinámicos cambios tecnológicos que se viven en el contexto global. El siguiente capítulo explota precisamente esta dimensión del problema tecnológico.

CAPITULO II. LAS EMPRESAS Y LA INVERSION EN TECNOLOGIA

La instrumentación de una política tecnológica explícita se vuelve imperativa una vez que se reconocen los nexos entre tecnología y crecimiento económico. El cambio tecnológico se ha venido dando en forma acelerada en aquellos países que han adquirido un mayor peso específico en los mercados internacionales, países que en los últimos años han logrado ritmos de crecimiento impresionantes, mejorando significativamente la calidad de vida de sus poblaciones. Si un país quiere beneficiarse del comercio internacional y, al mismo tiempo, busca incrementar el nivel de vida de su población, no puede mantenerse al margen de las innovaciones tecnológicas.

El desarrollo tecnológico tiene lugar en la medida en que las empresas se ven obligadas por el contexto de la competencia internacional a desarrollar tecnologías propias. Este proceso de creciente internacionalización tiene manifestaciones muy claras: ya se ha mencionado el incremento de las transferencias tecnológicas entre las naciones; a esto habría que agregar el flujo de inversiones con capitales internacionalizados y la competencia en el mercado global que estimula el desarrollo de tecnologías y ventajas comparativas propias.

El factor tecnológico, que implica crear una capacidad tecnológica propia, es el elemento fundamental para que una empresa desarrolle ventajas competitivas dinámicas, incursione en los mercados internacionales con altas probabilidades de éxito y compita domésticamente con los productos importados. Esa capacidad tecnológica propia –como se sugirió en el capítulo anterior– depende esencialmente del desarrollo de capacidades para seleccionar, asimilar, adaptar, mejorar e incluso diseñar tecnologías en el país en que se halla situada la

empresa.

En este capítulo se argumenta la necesidad de algún grado de intervención gubernamental debido a que los mercados tecnológicos funcionan imperfectamente. Además, el éxito de una política tecnoindustrial está en función de la manera en cómo se coordine y sea coherente con las políticas comercial, monetaria, fiscal, etcétera. Sin embargo, los destinatarios por excelencia de la política tecnológica son las empresas que llevan a cabo el proceso productivo. Así, un desarrollo industrial fuerte y dinámico depende no sólo de la tecnología de que se disponga, sino de la vinculación directa que se establezca entre ésta y las empresas que habrán de aprovecharla.

No basta con que un gobierno formule una política tecnológica acertada. Es necesario, además, que las empresas encuentren un entorno en el cual se vuelva imperativo invertir en tecnología; es decir, un entorno en el que las empresas se transformen, adquiriendo una capacidad tecnológica para su propia conveniencia y supervivencia. La política tecnológica tiene entonces que verse como una "facilitadora" que permita que las empresas se inserten en el contexto internacional y compitan exitosamente.

En la medida en que las empresas en un país enfrentan un entorno que las obliga a competir en los mercados internacionales, la tecnología se vuelve una preocupación preponderante no sólo del gobierno, sino también de las empresas mismas. Hay entonces muy buenas razones por las que el gobierno, junto con las empresas, tiene que propiciar las condiciones idóneas para la inversión en tecnología.

Este capítulo intenta precisamente explorar ese tipo de buenas razones centrándose en los factores que inducen a una empresa a invertir en tecnología. Es decir, en él se dejan de lado las motivaciones de, por ejemplo, un centro de investigación para generar nuevas tecnologías o las razones de índole estratégica por las que un gobierno puede querer desarrollar una fuerte base tecnológica. Se dedicará más bien a los procesos en los mercados tecnológicos y los problemas que hacen que de las fuentes existentes de cambio tecnológico, unas sean más apropiadas que otras bajo ciertas circunstancias concretas. Señalaremos, también, el tipo de estrategias que se le presentan a las empresas respecto al cambio tecnológico, en función del contexto en que se hallan situadas.

EL ENTORNO DE LAS EMPRESAS

Las empresas no se encuentran por sí solas como unidades aisladas; sus acciones están condicionadas por el entorno en el que se hallan situadas y por la manera en que éste las limita, las estimula o les permite hacer ciertas cosas.

En primer lugar, las empresas enfrentan el ambiente creado por el marco de referencia legal en que se encuentran. Son relevantes no sólo las legislaciones directamente pertinentes a la transferencia tecnológica o la investigación y desarrollo, sino también las referentes a aspectos como la salud, la contaminación o la seguridad. Esto es importante porque la tecnología tiene impactos ambientales, sociales y culturales que no pueden ser olvidados. Existe además un macroclima general constituido principalmente por las políticas monetaria, fiscal y cambiaria que afectan el desempeño de todas las empresas por igual y de las cuales depende, esencialmente, el que se tenga una política tecnológica efectiva, en función de la congruencia que se logre establecer entre éstas. Por último,

existe un microclima, constituido por políticas específicas de gasto o impuestos, por ejemplo, dirigidas a sectores o industrias particulares y que afectan a cada empresa de manera particular.

Si el entorno resulta sumamente restrictivo, por ejemplo, con una serie de barreras de tipo comercial, fiscal o financiero, es muy probable que la inversión en innovación sea mucho menor de lo que el desarrollo de la empresa y el crecimiento del país requieren (lo que los economistas denominan la cantidad óptima). Si resulta que las distorsiones en los precios relativos del trabajo y el equipo (factores de producción) son tales que se encarece la innovación en términos relativos respecto a la mano de obra o el capital importado llave-en-mano (un proyecto tecnológico que viene completamente "empaquetado", de manera que el usuario sólo tiene que operar la nueva tecnología y no necesita ni adaptarla ni entender cómo funciona), es muy probable que las empresas tengan pocos incentivos para innovar.

Por otra parte, si existen legislaciones, instituciones y organizaciones empresariales que muestran las ventajas asociadas al cambio tecnológico –es decir, una "tecnoestructura" apropiada–, es probable que las empresas vean con mucha mayor claridad la conveniencia que les trae invertir en tecnología.

El entorno puede entonces facilitar o dificultar el desempeño de las empresas. Pero, en principio, son las empresas las que tienen que tomar decisiones por su propia conveniencia, constituyendo el gasto en innovación tecnológica un "seguro de vida" indispensable para ganar mercados o enfrentar la competencia. El cómo hagan esos gastos y en qué medida los consideren importantes depende del ambiente en que se hallen situadas.

LA INVERSION EN TECNOLOGIA: SEGURO DE VIDA DE LAS EMPRESAS

Cuando se examina el proceso tecnológico teniendo en mente las decisiones que toman las empresas situadas en un entorno institucional en el que existen las patentes y los secretos industriales, resulta particularmente claro que la tecnología tiene que entenderse como una inversión.

Como se ha explicado en el capítulo anterior, la apropiación de los frutos de dicha inversión, debido al marco institucional existente, no le corresponde a todos los agentes, sino primordialmente a aquéllos que la han llevado a cabo; aunque hay que reconocer que con frecuencia puede haber efectos multiplicadores que benefician también a otros agentes. Se trata, sin embargo, de un proceso de inversión en el cual, en una buena parte de los sectores, la depreciación se da de manera particularmente acelerada. Con el paso del tiempo el proceso tecnológico hace obsoletas las tecnologías existentes, y disminuye su productividad. Esto se debe a la naturaleza dinámica y cambiante del proceso tecnológico.

La inversión en tecnología es poco frecuente en países en desarrollo. Esto es cierto tanto al nivel de compra de tecnología del exterior como en la adaptación de ésta y el desarrollo de tecnología propia. Esto se debe primordialmente a dos razones: la primera, a que el entorno institucional y el contexto donde se sitúan las empresas es tal que no las motiva a buscar una mayor eficiencia tecnológica y, la segunda, a que las imperfecciones en los mercados tecnológicos no son suficientemente atenuadas con mecanismos dentro de la política tecnológica.

Respecto a la primera de estas razones, en una industria altamente competitiva la inversión en tecnología es una forma de autoaseguramiento. La

supervivencia de las empresas depende de apartar en cada periodo una cierta prima de riesgo –el porcentaje de ingresos que se dedica a la innovación tecnológica– que puede o no ser utilizada dependiendo de si el proceso innovador es o no fructífero. Cuando la empresa encuentra una innovación exitosa, adopta una calidad de liderazgo dentro de la industria; y sólo aquellas empresas que están "aseguradas" podrán también innovar y seguirle el paso.

El nuevo contexto internacional demanda una mayor eficiencia tecnológica. La realidad de la globalización de los procesos productivos, aunado al hecho de que muchas economías de países en desarrollo en los últimos años han optado por abrirse al comercio internacional, implica que el tipo de mercado al que se enfrentan las empresas es, las más de las veces, sumamente competitivo.

Así, la inversión en tecnología –sea en forma de compra directa del exterior, o la inversión en capacidad para asimilar y adaptar las tecnologías compradas en el exterior, o investigación y desarrollo para lograr innovaciones tecnológicas propias– constituye, en más de un sentido, el único "seguro de vida" efectivo para las empresas. Es decir, las empresas que no están dispuestas a pagar una prima están condenadas a desaparecer. La supervivencia misma de ellas es lo que está en juego.

LAS RAZONES DE LA INVERSION EN TECNOLOGIA

La vinculación entre la oferta y la demanda

Cuando se habla de cambio tecnológico e inversión en tecnología a menudo se piensa que este tipo de cuestiones sólo son relevantes para aquellas

industrias con tecnologías "de punta" como las de microprocesadores, telecomunicaciones o biotecnología, campos que casi siempre se asocian con los países desarrollados. Asimismo, se cree que las industrias intensivas en trabajo no deben preocuparse por este tipo de problemas.

Como se mencionó en el primer capítulo, esta concepción proviene de un entendimiento sumamente restringido de lo que significan las innovaciones tecnológicas para las empresas. En una visión amplia, la inversión tecnológica de las empresas se constituye no sólo por los insumos físicos en forma de maquinaria o planos, manuales, etcétera, sino también por los innumerables sistemas de gestión y administración que rodean al proceso productivo.

El proceso de innovación no es de ninguna manera unidireccional, sino que depende de la interacción de dos elementos: por una parte, de una oferta de tecnologías adecuadas y rentables que permitan mejorar los métodos de producción y, por otra, de la demanda específica en el mercado de ciertos productos tecnológicos. Esta relación bidireccional es muy clara dentro de la empresa individual.

El reto para una empresa en el contexto siempre cambiante del comercio global lo constituye, por una parte, el poder identificar las posibilidades tecnológicas con que puede contar en su momento, ya sea debido a un acceso efectivo a los mercados de productos tecnológicos o a un esfuerzo significativo en investigación y desarrollo propio; y, por otra parte, la capacidad de percibir y detectar las oportunidades en el mercado de nuevos productos, mejoras o cambios que puedan satisfacer las necesidades de los consumidores.

A estos dos elementos se les debe sumar, necesariamente, un tercer elemento vinculador de la oferta tecnológica con la demanda de productos: la capacidad empresarial. Esto se debe a que la vinculación entre oferta y demanda tecnológica con frecuencia no es automática ni inmediata. Debido a serias fallas en los mercados tecnológicos, que ya han sido esbozadas en el capítulo anterior, puede ser que la correspondencia entre oferta y demanda dependa crucialmente del empresario innovador. En última instancia, el que exista o no dentro de una empresa ese vínculo constituye hoy en día la mejor evaluación del desempeño del administrador o empresario. Esta es la nueva concepción de la actividad empresarial que se ha impuesto.

El empresario innovador se convierte en la punta de lanza de la empresa competitiva. El éxito depende esencialmente de su creatividad, entrenamiento y la conciencia que tenga de las nuevas oportunidades. Ese empresariado es el que tiene la mejor posición para identificar sus propias necesidades y vincularlas con la información sobre las características y diseño idóneo de los bienes y servicios. El empresario en este sentido no debe ser entendido simplemente como el dueño de la empresa, sino más bien como "el que emprende"; el que lleva a cabo planes, ambiciosos o modestos, pero que los lleva a cabo.

Hay que recordar, sin embargo, que si no existe un marco institucional que provea un ambiente propicio para la innovación, así como una rentabilidad real en los proyectos de inversión tecnológica, es poco lo que un empresario –por más dinámico, atrevido y creativo que sea– puede hacer.

Para el empresario en particular, es evidente que los requerimientos tecnológicos son específicos para cada industria y empresa; pero es muy fácil que

la autoridad que se dispone a formular una política tecnológica pierda de vista este punto fundamental, ya que estudia el fenómeno desde perspectivas globales y agregadas. Cada industria dependiendo del tipo de bien que produce, de su organización industrial, de las presiones que sufre por su entorno o de la capacidad de adaptación y asimilación que le provea su particular "tecnoestructura", tiene requerimientos tecnológicos particulares y específicos, y son los empresarios los que en última instancia tienen la mejor perspectiva sobre estos fenómenos.

Las razones por las que invierte

Dentro de la peculiaridad de cada empresa, se puede señalar, sin embargo, que les conviene invertir en tecnología por las siguientes razones:

- Siendo empresas pequeñas podrían innovar porque están dispuestas a "jugársela" en una nueva oportunidad que perciben en el mercado.
- Siendo también empresas pequeñas que se ubican en una actividad productiva o en una industria sumamente competitiva y con un contexto cambiante, invierten en tecnología porque la innovación es la única manera de afrontar las amenazas a su existencia misma.
- Tanto en empresas pequeñas como en las medianas o grandes se podría estar invirtiendo en innovación debido a las estimaciones sobreoptimistas subjetivas dadas por un entusiasta grupo de inventores o empresarios. En este caso el resultado de la inversión es bastante incierto.

- En empresas grandes –con departamentos de investigación y desarrollo y que cuentan con recursos tanto materiales como humanos para realizar innovaciones– que se hallan en mercados sumamente competidos y que no arriesgan la existencia misma de la empresa si los proyectos no resultan exitosos.
- En empresas que puedan afrontar la inversión en investigación y desarrollo desde una perspectiva de un "portafolio diversificado" de manera tal que, si alguno de los proyectos específicos no tiene éxito, se tienen otros proyectos que pueden compensar las pérdidas, reduciendo de esta manera el riesgo.
- En empresas ligadas con la producción de algún bien o servicio por el que el gobierno está dispuesto a pagar ya que desea obtenerlo a toda costa, por razones estratégicas, de prestigio o como parte de una política deliberada.

Las razones por las que no se invierte

Sin embargo, al mismo tiempo, existen buenas razones por las cuales las empresas a menudo prefieren no invertir en tecnología.

- En primer lugar, es necesario que exista una capacidad tecnológica propia en las empresas y en el país en general. Debe haber una cierta infraestructura mínima que permita que las empresas se planteen siquiera el problema tecnológico.
- La tecnología requiere también de grandes economías de escala para poder ser adquirida de manera óptima. Esto se debe, por una parte, a los

altos costos de búsqueda que implica encontrar la mejor tecnología para las necesidades particulares de la empresa y, por otra, a los costos elevados que supone un cambio tecnológico cuando se halla "incorporado" en nuevas máquinas o equipo que debe sustituir al viejo.

- Además, existe una gran incertidumbre respecto al resultado de los esfuerzos de investigación y desarrollo que, con frecuencia, no resultan fructíferos.
- En cuarto lugar, existen ciertas dificultades para apropiarse de lleno de los resultados exitosos en este tipo de inversiones.
- Por último, este tipo de inversiones puede madurar en un plazo demasiado largo, por lo que las empresas pueden no estar dispuestas a comprometer recursos con este fin.

LA TECNOLOGIA: BIEN PUBLICO Y VENTAJA COMPARATIVA

La tecnología es entonces una necesidad y no un "lujo" que pocas empresas exitosas se pueden tomar. En algunos países las empresas tienen una dinámica de innovación tecnológica sumamente fuerte, la cual coloca a los países en desarrollo en una situación lamentablemente desventajosa. La brecha tecnológica de la que tanto se habla es una realidad palpable en la mayoría de los casos cuando se comparan empresas o industrias específicas.

El carácter crecientemente competitivo del comercio internacional hace que la búsqueda de mayor eficiencia productiva deje de ser un simple objetivo de

mediano o largo plazo para convertirse en una condición esencial para la supervivencia de las empresas en los países integrados a la economía global. Las ventajas comparativas en ese nuevo contexto internacional ya no provienen de los recursos con los que un país puede haber tenido la fortuna de estar dotado, sino de elementos eminentemente dinámicos y "creados" como sería la tecnología. Es por esto que las empresas tienen que competir y alcanzar el grado de avance técnico de sus competidoras; es decir, cerrar las brechas tecnológicas.

Se ha dicho ya que la tecnología es bastante peculiar: aunque se trata de un bien sumamente caro en cuanto a su producción, su difusión tiene prácticamente un costo nulo. Y no sólo esto, sino que el consumo de tecnología no hace que ésta se agote una vez que ha sido creada. Como ya ha sido mencionado, esto hace que la tecnología sea muy parecida a un bien público.

Se dice que es muy parecida y no igual a un bien público porque el entorno institucional puede permitir un cierto grado de exclusividad, ya que las patentes dan lugar a que, durante un periodo delimitado de tiempo, la innovación sólo pueda ser usada por su dueño. Además, se necesita de cierta capacidad propia para utilizar la tecnología, por lo que su disponibilidad no es amplia y generalizada. Su utilidad, por otra parte, depende del proceso dinámico de degradación que sufre, de forma tal que después de cierto tiempo puede dejar de servir en términos comerciales.

En el contexto de los mercados y competencia internacionales, parecería que las brechas tecnológicas nunca podrán ser cerradas, pues para cuando se haya asimilado cierta tecnología, los países más avanzados estarán utilizando una nueva tecnología más productiva que les confiera todavía mayores ventajas

competitivas.

Esto, sin embargo, no es así. A partir de una cierta tecnología hay siempre posibilidades de innovación que no van necesariamente en las direcciones en que se han encaminado los países más desarrollados. Si existen ciertos nichos dentro de los procesos productivos que no han sido ocupados, a menudo esto se debe a que no se han hecho las innovaciones menores o las adaptaciones en la misma tecnología disponible que hacen rentable ocuparlos. Las brechas tecnológicas pueden entonces irse cerrando gradualmente, en la medida en que se aproveche y adapte tecnología convertida en un bien público y se ocupen los nichos adecuados dentro de los mercados internacionales.

El que se logre cerrar las brechas tecnológicas depende esencialmente de la manera como las empresas se ubiquen dentro del comercio internacional. Si se limitan exclusivamente a explotar ventajas comparativas estáticas –como recursos naturales abundantes o una mano de obra barata debido a niveles salariales muy bajos–, se tendrá un comercio fundado exclusivamente en bajos costos de factores, con escaso contenido tecnológico. Si bien es cierto que en esos casos se pueden estar utilizando tecnologías altamente sofisticadas, esto no significa que exista una capacidad tecnológica propia.

Es el mismo comercio internacional, por otra parte, el que permite que la tecnología se difunda, ya que la transferencia tecnológica se puede dar gracias a que hay nuevas tendencias en las que los procesos industriales se realizan en aquellos países en donde los insumos les resulten más baratos. Lo importante es, entonces, aprender a aprovechar esa tecnología y convertirla en algo propio, primero aprendiendo a utilizarla, luego a adaptarla a los propios usos específicos y

después a rediseñarla con innovación tecnológica propia.

LA INTERVENCION GUBERNAMENTAL

Las fallas en los mercados hacen que los proyectos de inversión en tecnología resulten más rentables para la sociedad que para las empresas particulares que los están llevando a cabo.

El que la tecnología se convierta en un bien público hace que pueda beneficiar a otros agentes además de aquéllos que originalmente hicieron la inversión. Existen beneficios adicionales que no son capturados por el agente privado que realizó la inversión. Estos beneficios pueden ser de carácter eminentemente científico al dar nuevos elementos para la investigación, ya sea mostrando caminos y direcciones fértiles de investigación, o indicando con los errores qué direcciones son infructíferas; o pueden ser de tipo más comercial al permitir a muchas empresas imitar o copiar el nuevo producto sin haber incurrido en los costos de investigación de la empresa innovadora.

Es por esto que la apropiación de la tecnología no es nada fácil. Los agentes económicos, al ver que no gozan completamente de todos los beneficios de sus invenciones, pueden encontrar no rentable su proyecto aunque, si se tomaran en cuenta los efectos externos, sería seguramente un proyecto de amplios beneficios. Por esta razón resulta muy importante que los incentivos a la innovación motiven que ésta se lleve a cabo; pero que, una vez realizada la innovación, la tecnología se difunda rápidamente a otros sectores y empresas para generar un efecto multiplicador que aumente las ventajas y el crecimiento de la totalidad de las empresas.

Con frecuencia hay proyectos tecnológicos que un gobierno percibe como sumamente atractivos mientras que ninguna empresa particular está dispuesta a llevarlos a cabo. Básicamente, lo que sucede en estos casos es que la empresa compara la tasa privada de rendimiento de la inversión tecnológica con la que le aportan otros posibles proyectos de inversión y, si encuentra que los otros proyectos tienen una tasa mayor, no lleva a cabo la inversión en tecnología. El gobierno hace la comparación con respecto a la tasa social, que puede ser mucho mayor que la de los otros proyectos existentes.

Esto explica en gran medida la razón del gasto público en investigación y desarrollo –sobre todo en el caso de ciencia básica– y las facultades que los gobiernos con frecuencia conceden para la transferencia externa de tecnologías. Cabe hacer notar de las discusiones previas que, si bien es cierto que el gobierno percibe correctamente una subinversión en investigación y desarrollo, no es necesariamente el agente con la mejor perspectiva para conocer el volumen y reparto sectorial de esa inversión. Por lo tanto, se deben implantar mecanismos por medio de los cuales las empresas puedan detectar las oportunidades. Asimismo, el gobierno debe establecer vínculos que permitan que se invierta a un nivel adecuado.

Además, las formas imperfectas de competencia que prevalecen en muchos mercados e industrias implican que con frecuencia algunos cambios, que el contexto externo exige, no sean llevados a cabo. En estos casos el gobierno tiene que desempeñar un papel importante para no desperdiciar los escasos recursos tecnológicos que se tienen a disposición.

Quizá el aspecto más relevante para la intervención gubernamental en la política tecnológica de países en desarrollo que han pasado de una economía orientada hacia adentro, relativamente cerrada, hacia una economía abierta al comercio internacional, es que las respuestas a cambios de un fuerte dinamismo pueden ser demasiado lentas.

El que el gobierno intervenga en este tipo de condiciones no es ninguna garantía de que el resultado será óptimo, es decir, que los recursos se utilicen de la manera más eficiente posible; y tampoco implica que se llegue a soluciones socialmente deseables desde el punto de vista de la justicia o la distribución. A fin de cuentas esto depende de una correcta percepción de los fenómenos que están sucediendo y de la instrumentación efectiva de las políticas que se haya decidido seguir, aunado a una armoniosa vinculación entre el gobierno y las empresas.

Lo que debe hacer la autoridad gubernamental es, además de dotar a la sociedad con una infraestructura adecuada para tener la capacidad de asimilación tecnológica, proveer un marco legal e institucional que permita que ciertos procesos dentro de la actividad económica sean internalizados por las empresas y que éstas lleven a cabo inversiones que sean atractivas por sí mismas, que constituyan su propio "seguro de vida". Es decir, las políticas expresadas en forma de legislación pueden ser fuertes instrumentos que permitan que las externalidades, tanto positivas como negativas que enfrenta la sociedad en el proceso de cambio tecnológico, sean imputadas a las empresas particulares de manera tal que las metas de las empresas mismas sean equivalentes al bienestar social.

PROBLEMAS QUE ENFRENTAN LAS EMPRESAS PARA INVERTIR EN TECNOLOGIA

Conviene ahora analizar la segunda razón, ya antes apuntada, que hace que la inversión en tecnología sea poco frecuente en muchos países; esto es, los problemas por fallas de los mercados.

La información y el costo de búsqueda

Existe un serio problema de información cuando se decide entrar a los mercados de tecnología. Una empresa se ve obligada a invertir grandes esfuerzos en detectar las fuentes y las formas idóneas para obtener una tecnología apropiada para sus necesidades, con un precio que sea rentable. Esto es particularmente patente cuando se compra tecnología de fuera o se hacen adaptaciones propias para usos particulares. Es por esto que, como se apuntó en el primer capítulo, es necesario desarrollar, en una primera etapa, una capacidad de adquisición de tecnología como solución a los problemas de las fallas en los mercados tecnológicos.

Con mucha frecuencia las empresas de países en desarrollo no cuentan con la capacidad para identificar la tecnología que les conviene usar. El problema es mucho más complejo de lo que parece a primera vista: el tipo de disyuntivas no sólo tienen que ver con el producto tecnológico que se va a obtener, sino también con la forma y condiciones en que el producto viene presentado. La transferencia de tecnología puede venir directamente incorporada en cierta maquinaria o equipo, o en forma de estudios específicos, planos de diseño de planta, supervisión o capacidad administrativa, entrenamiento, licencias o en una infinidad

de formas combinadas. El caso extremo de combinación de estos elementos sería una planta que se entrega llave-en-mano, simplemente para ser operada.

En una primera etapa de aprendizaje, la adquisición de tecnología externa tiene una ventaja fundamental: se trata de una tecnología que, en general, ha probado ya su efectividad y rentabilidad. Por esta razón conviene reforzar la capacidad de asimilación y adaptación de la tecnología de fuera, ya que a menudo estas operaciones no son exitosas debido a la clara incapacidad de las empresas para utilizarlas. Esta ventaja fundamental debe, sin embargo, tomarse con cierta precaución. El hecho de que sea una tecnología probada no implica de inmediato que sea la más adecuada. Con frecuencia se opta por la tecnología extranjera sin haber siquiera explorado otras alternativas que se ofrecen domésticamente.

Cuando la tecnología se trae de fuera, entran en juego factores que complican aún más el proceso de inversión. Las leyes en materia de transferencia tecnológica y los arreglos institucionales para llevarla a cabo con frecuencia se convierten, por su complejidad, en mecanismos que inhiben el proceso innovador. A menudo son sólo las empresas grandes las que pueden tener acceso a la información sobre los trámites a seguir y las únicas que los pueden llevar a cabo.

Además, el proceso de búsqueda de información tiene claras economías a escala. Una empresa pequeña, al buscar una tecnología apropiada para sus procesos tiene que iniciar la búsqueda desde cero; es decir, con frecuencia no tiene una experiencia previa en los mercados tecnológicos y no está familiarizada con las distintas opciones. En cambio, a una empresa grande, que con frecuencia recurre a los mercados tecnológicos para resolver problemas de

distinta índole, la búsqueda de un nuevo producto adicional, en el margen, le resulta mucho menos cara ya que "conoce el mercado".

Cuando la tecnología se adquiere de fuentes externas, el problema fundamental que enfrentan las empresas es poder determinar el precio "justo" para la compra de la tecnología en sus distintas formas. Como ya se dicutió en el primer capítulo, éste es un aspecto que depende fundamentalmente de la capacidad de negociación de las empresas con los oferentes de tecnología. En la segunda etapa, en la que la tecnología proviene del mercado local o que la externa necesita de capacidad tecnológica interna para ser asimilada y adaptada, hay toda una serie de repercusiones en otros sectores y en las industrias en general que tienen que ser tomadas en cuenta. Esto se debe a que la política tecnológica no puede ver en este caso a la oferta como un factor exógenamente determinado, sino más bien en función de los incentivos u obstáculos que existan para que este tipo de servicios o bienes sean provistos por ciertas estructuras o instituciones.

Así, la tecnología puede adquirirse internamente a través de diversas fuentes: 1) mediante acuerdos interempresariales, en los que una compañía está dispuesta a vender tecnología a otra; 2) a través del aprendizaje en las empresas mismas durante el proceso productivo; 3) dentro de la investigación local en los centros académicos; 4) en laboratorios independientes que se dediquen a investigación y desarrollo; o 5) en laboratorios adscritos a las empresas.

Las opciones son sumamente diversas, lo cual hace que, sobre todo respecto a los centros locales de investigación, sea difícil saber qué tipo de productos tecnológicos ofrecen y, más aún, qué tipos de innovaciones están en

posición de ser desarrolladas con altas probabilidades de éxito. Esta dificultad proviene, en última instancia, de la desarticulación entre la investigación y los mercados que provoca que los centros de investigación decidan los proyectos por llevar a cabo con diversos criterios, excepto el de satisfacer a la demanda.

La opción de las empresas por una u otra fuente dependerá de la rentabilidad y disponibilidad de éstas; y de manera muy especial, del tipo de vinculación que se logre establecer a través de una política tecnológica adecuada y de una nueva visión de la actividad empresarial.

La incertidumbre de la inversión en investigación y desarrollo

Las empresas se enfrentan cada vez más a mercados extremadamente competitivos en los cuales la compra de tecnología ya desarrollada puede no ser la mejor opción; o, aún cuando compren la tecnología, a menudo es necesario llevar a cabo cierta adaptación de ésta a las necesidades específicas de la empresa. Esto será muy importante para cuando se esté en la segunda etapa de adaptación a usos particulares o en la tercera de rediseño de tecnología. Así, es muy probable que las empresas tengan que utilizar alguna de las últimas tres fuentes internas de las señaladas, lo cual conduce a un problema adicional: la inversión en investigación y desarrollo implica un alto grado de incertidumbre.

Es decir que, en la inversión en innovación tecnológica, los resultados son sumamente variables según una serie de circunstancias –la mayoría de ellas imprevisibles– y un conjunto de factores cuya probabilidad no puede ser cuantificada. La capacidad de asimilación de tecnología depende, de manera esencial, de la forma en que se resuelva este problema.

La incertidumbre de la innovación tecnológica está en función del tipo de investigación y desarrollo que se esté llevando a cabo: mientras más básica sea la investigación, mayor será la incertidumbre; en cambio, si se trata de desarrollos menores o simples adaptaciones de diseño, la incertidumbre es considerablemente menor. Se puede hablar entonces de un espectro de posibles "tipos" de inversiones en innovación tecnológica que tienen asociado un distinto grado de incertidumbre.

También existe una distinción importante en cuanto a la fuente de la incertidumbre. Esta puede provenir del proceso de innovación mismo o de los mercados. En general se percibe que la incertidumbre proveniente del mercado es mucho mayor que aquella de las técnicas en sí. Para países en desarrollo, parecería que la incertidumbre se va a concentrar en el extremo del espectro de las innovaciones menores desde el punto de vista tecnológico, lo cual hace que el problema no sea tan grave; aunque la incertidumbre de mercado no queda por esta razón reducida.

Una ejemplificación a este respecto sería pensar, en el extremo del espectro, en un nuevo producto que no existe en el mercado y para el cual la investigación básica todavía no ha sido llevada a cabo localmente. Existe, en primera instancia, una fuerte incertidumbre en cuanto a si la investigación básica va a producir, al final de un periodo razonable, el diseño de un nuevo producto que sea rentable en su producción y factible tecnológicamente. Pero luego viene otro tipo de incertidumbre que consiste en saber si el nuevo producto va a poder colocarse de manera competitiva en los mercados y si los consumidores van a aceptar el producto en lugar de sus sustitutos cercanos.

En el otro extremo del espectro se tendría el caso, por ejemplo, de un producto que ya existe en el mercado pero que se desea modificar en cuanto a su diseño para diferenciarlo de sus competidores y sustitutos cercanos. En este caso, la inversión en el desarrollo del nuevo diseño tiene un muy bajo nivel de incertidumbre, pues con un equipo competente de diseñadores se podrá obtener fácilmente un resultado satisfactorio. Sin embargo, viene luego una segunda fuente de incertidumbre por parte del mercado ya que se ignora qué tan bien será recibido el nuevo diseño. Probablemente el producto, por ser un bien ya colocado en el mercado, seguirá vendiéndose, por lo que el grado de incertidumbre es considerablemente menor al del caso de un producto totalmente nuevo; pero no hay manera de precisar en qué medida las ventas podrán ser o no mayores.

La incertidumbre del mercado se acentúa sobre todo porque existe una serie de factores que hasta el momento no hay manera de prever: por una parte, cuando los mercados son de competencia monopolística u oligopólica (lo cual sucede con bastante más frecuencia de lo que se piensa), es imposible predecir las reacciones y estrategias del resto de las empresas ante una innovación; además, si la inversión tiene un periodo de maduración largo o sólo se recupera después de un tiempo considerable y se está en un mercado cambiante y dinámico, puede suceder que se vuelva poco rentable debido al plazo que requiere. Por otra parte, cuando se trata de un producto nuevo, es muy difícil calcular las ventas o las utilidades que se han de obtener ya que no se pueden conocer, en principio, los parámetros de la demanda. Por último y ligado con el problema de los plazos, es muy frecuente que, para el momento en que se logra que el nuevo producto sea colocado en el mercado, después de las fases de desarrollo y diseño, la tecnología que se ha utilizado se vuelva obsoleta.

La apropiación de la tecnología

Relativo a la etapa de rediseño de tecnología, surge el problema de apropiación de la misma que conduce a una disyuntiva fundamental: si se quiere que haya incentivos para la innovación tecnológica, es necesario permitir la protección de derechos a los inventores para que, durante un cierto periodo, puedan gozar de ganancias extraordinarias para compensar su gasto en investigación y desarrollo. Esto va a tener un efecto negativo sobre la sociedad ya que las empresas monopólicas restringen las cantidades de producto ofrecidas y elevan los precios, generando un dispendio importante de recursos que podrían disponerse para otros usos. Este fenómeno ya fue mencionado en el capítulo anterior; pero lo que aquí interesa hacer notar es que el poder adaptar y mejorar tecnología o incluso crear una tecnología propia depende, en última instancia, de cómo se resuelva esta falla de mercado.

Al mismo tiempo, si la innovación se difunde, hay un claro efecto de "derrama" (spill-over) hacia otras actividades productivas, industrias y empresas. Ese efecto de externalidad puede ser la verdadera motivación para invertir en innovación tecnológica pues es lo que, en última instancia, puede permitir a un país crecer. De esta manera, se trata de objetivos encontrados: por una parte, dar incentivos para la innovación; por la otra, difundir la innovación lo más rápido posible. Este dilema se resuelve cuando se encuentra una política óptima de patentes que permita conciliar ambos objetivos.

Una política adecuada de patentes en un país en desarrollo deberá tomar en cuenta periodos de protección cortos dirigiéndose más bien a procesos que a productos; deberá, asimismo, considerar las estructuras de mercado de los

productos que están siendo patentados; fijarse no tanto en la nacionalidad del inventor o en el país donde se realiza la invención, sino en la propiedad atribuida; y evitar una concentración significativa de empresas en competencia imperfecta, pues éstas presionarán para que la política de patentes implique periodos largos de protección.

LAS ESTRATEGIAS DE LAS EMPRESAS

De la discusión anterior podría quedar la impresión de que los problemas de innovación tecnológica atañen exclusivamente a los grupos industriales o a las grandes compañías transnacionales, o que sólo son este tipo de empresas las que tienen la capacidad de realizar cambios tecnológicos. Esto es cierto en alguna medida, pero también es cierto que las empresas pequeñas cuentan con ventajas en algunos aspectos de la innovación tecnológica.

Un requisito esencial para que la innovación tecnológica dé frutos es que exista la libertad para criticar y proponer mejores soluciones para los problemas que afronta la empresa. Esa libertad de crítica tiene que estar dirigida no sólo hacia las formas convencionales o establecidas de hacer las cosas, sino que debe estar abierta también hacia la administración y estructura misma de las empresas. Así, parece que existe cierta ventaja relativa en las empresas pequeñas para emprender cambios e innovar, porque con frecuencia las empresas grandes son más rígidas y permiten poco espacio para la crítica.

A fin de cuentas, no hay evidencia para creer que el éxito innovador y el tamaño de las empresas tengan una relación directa. Las empresas exitosas, independientemente de su tamaño relativo o el sector en el que se encuentran, se

caracterizan más bien por entender las necesidades de los consumidores (esto es, satisfacer la demanda) y establecer vínculos y contactos que les permiten mejorar su capacidad de adquisición, asimilación y adaptación de tecnologías.

Ante las dificultades que se han señalado, resulta difícil pensar en las empresas que toman decisiones sobre tecnología como simples maximizadoras de beneficios. Es decir, ante el carácter incierto, intensivo en información y de difícil apropiación de la tecnología, resulta que muchas empresas pueden estar maximizando sus ganancias y, sin embargo, estar adoptando una estrategia tecnológica inadecuada. Esto se debe primordialmente al carácter dinámico del problema tecnológico: lo que interesa no es sólo el desempeño de las empresas hoy, sino su desempeño futuro.

Las empresas se enfrentan en este sentido a un ambiente muy complejo. Las decisiones que tomen no sólo habrán de afectar su penetración en el mercado o su capacidad de ventas, sino la estructura misma de sus actividades productivas, el grado de competencia que enfrenten y los requisitos tecnológicos que tengan.

De esta manera, vale la pena hablar de las empresas como agentes estratégicos, que toman en cuenta toda la información disponible y actúan en función del ambiente y no sólo según sus propias preferencias. Cabe hablar de cinco estrategias principales que las empresas pueden adoptar. Estas cinco estrategias no implican una clasificación exhaustiva o excluyente; se trata más bien de un espectro dentro del cual las empresas pueden decidir desenvolverse. Así, se puede hablar de las siguientes estrategias: 1) ofensiva, 2) defensiva, 3) imitativa, 4) dependiente, 5) tradicional y 6) oportunista. A continuación se

presenta cada una de ellas.

Las empresas que adoptan una estrategia ofensiva están, por así decirlo, en el extremo del espectro y se caracterizan por el alto gasto en investigación y desarrollo que realizan con el fin de ser "las primeras" en llevar a cabo una cierta innovación. Este es precisamente el dilema fundamental que enfrentan estas empresas: tienen que ser las primeras. No les interesa ocupar segundos lugares porque su gasto en inversión y desarrollo puede ser tan grande que sólo la perspectiva de ganancias monopólicas temporales, dadas por la protección de una patente, podría compensarlo.

Si la empresa se encuentra en un mercado donde la tecnología se difunde rápidamente y las otras empresas tienen una tecnoestructura tal que puedan aprovechar esa difusión, su éxito dependerá esencialmente de alguna de las siguientes acciones: 1) tener una fuerte investigación y desarrollo independiente, que le mantenga el paso a la obsolescencia en el mercado; 2) ser muy veloces en explotar las nuevas posibilidades que se presenten, o 3) tener una "relación especial" con el sistema tecnológico a través de contactos personales o lazos institucionales, de modo que puedan conocer las innovaciones de manera casi inmediata.

Una empresa que se decida por una estrategia de este tipo debe tener una comunicación excepcional con el mundo exterior, sobre todo con la comunidad científica, para enterarse de los últimos adelantos. En ocasiones, el que haga investigación de tipo "básico", le permite establecer este tipo de vínculos de los que depende fundamentalmente su éxito. Asimismo, es importante que cuente con personal entrenado y consciente de las necesidades tecnológicas que

provenza de instituciones educativas de posgrado o laboratorios de ciencia aplicada. También debe mantener una política intensiva de educación para sus clientes, de manera tal que éstos sean receptivos hacia los nuevos productos que la empresa lance.

En un país en desarrollo es probable que sean pocas las empresas que puedan seguir una estrategia ofensiva, sobre todo en las tecnologías altamente sofisticadas. Sin embargo, es necesario tener presente que las estrategias son consecuencia de una serie de factores, como la estructura de mercado por ejemplo, que puede cambiar radicalmente de un momento a otro, por lo que las empresas deben tener abierta esa posibilidad y entender los mecanismos por los cuales pueden ser exitosas.

Otra posible estrategia es la defensiva, que en realidad difiere muy poco de la primera hasta se confunde con ésta. Cuando las empresas adoptan este tipo de estrategia se ve claramente a la innovación tecnológica como una forma de autoaseguramiento. En este caso, las empresas no desean necesariamente ser las primeras en llevar a cabo una innovación; pero una vez que alguna empresa haya incorporado una innovación en el mercado, quieren ser capaces de "aguantarle el paso", y no quedar rezagadas.

Una estrategia defensiva puede llegar a ser tan intensiva en investigación y desarrollo como la ofensiva; la diferencia está en los tiempos en que se lanzan las innovaciones y en la naturaleza de éstas. Si una empresa no está dispuesta a incurrir en el riesgo de entrar al mercado con un nuevo producto y prefiere aprovechar los errores de las empresas pioneras que pueden ir abriéndole camino, la estrategia que debe seguir es la defensiva. Algunas empresas que no

tengan éxito en seguir estrategias ofensivas terminarán convirtiéndose, involuntariamente, en defensivas.

Si se sigue una estrategia defensiva, las patentes adoptan una función ligeramente distinta –pero igualmente importante– a la del caso de la estrategia ofensiva. Las patentes son una forma de aumentar el poder de negociación de las empresas defensivas con respecto a las ofensivas. Asimismo, las patentes pueden ser una fuente importante de ingresos para estas empresas, vía regalías, al vender tecnología a otras empresas.

Los innovadores defensivos no tienen como objetivo producir una copia exacta del producto de las empresas con estrategias ofensivas; antes bien, lo que pretenden hacer es aprovechar los errores en que incurren las empresas pioneras y elaborar así un producto mejorado o por lo menos diferenciado.

Una empresa que siga una estrategia imitativa, en cambio, está dispuesta a pagar fuertes cantidades de "know-how" con tal de producir algo que ya tiene un mercado probado y bien establecido. Estas empresas no tienen intenciones de ser las primeras, sino que intentan aprovechar alguna ventaja comparativa para producir a un precio competitivo. Normalmente estas empresas van a quedar rezagadas en relación a las grandes innovadoras; el qué tan grande sea este rezago es una cuestión que depende de la rapidez del ritmo de obsolescencia de los productos en ese mercado. Estas empresas pueden estar incurriendo en altos costos por concepto de pago de regalías que sólo logran compensar en la medida en que cuenten con otras ventajas competitivas –además de la tecnología que adquieren–, como menores costos de mano de obra o una mayor eficiencia administrativa.

El éxito de las empresas que se deciden por este tipo de estrategia, sobre todo en países en desarrollo, depende fundamentalmente de factores institucionales y políticas gubernamentales que les permitan aprovechar las ventajas comparativas de que gozan. Este tipo de empresas deberá tener una capacidad tecnológica de tipo adaptativo para poder ser más eficiente en el proceso de producción.

Otra opción es la de una estrategia dependiente, en que la empresa decide ser un subordinado o satélite de una empresa mayor. En este caso, la empresa va a producir de acuerdo a las especificaciones dadas por su cliente con muy poca –si acaso llega a tenerla– actividad innovadora. Este es el caso de las empresas que se subcontratan, las cuales llegan a tener un papel fundamental dentro de la economía global. Muchas empresas que se encuentran en este caso corren el riesgo de ser absorbidas por el subcontratista; pero con frecuencia éste las mantiene como un especie de "colchón" para mitigar las fluctuaciones del mercado. Las empresas, a su vez, aceptan el arreglo con la esperanza de convertirse, por medio de la diversificación o de un aumento del tamaño de su mercado, en empresas imitativas o defensivas.

A pesar de que su poder de negociación es limitado, las empresas que siguen este tipo de estrategia pueden gozar de buenas ganancias durante periodos relativamente largos, gracias a ventajas locales específicas. Si bien es cierto que pueden ser empresas absorbidas por las más grandes o que van a la quiebra con cierta frecuencia, también es cierto que siempre hay empresas que encuentran atractiva la entrada a los mercados con este tipo de estrategias.

La estrategia tradicional es muy distinta a aquélla de la empresa dependiente en cuanto a la naturaleza del producto. Mientras la empresa dependiente modifica su producto, en ocasiones en forma radical, en función de las iniciativas y especificaciones del exterior, la empresa tradicional no ve razones para hacerlo, ya que el mercado no lo demanda. Las empresas que adoptan estrategias tradicionales pasan por escasos cambios tecnológicos que con frecuencia se limitan a los vaivenes de la moda y no tanto a cuestiones de tecnología.

Estas empresas enfrentan una competencia casi perfecta, y constituyen sectores muy importantes de las economías, incluyendo las de los países industrializados. Su capacidad de supervivencia depende crucialmente de sus habilidades un tanto artesanales y de la demanda, generalmente bastante fuerte, que exista por ellas.

Por último, existe una estrategia que se puede caracterizar como oportunista o de nicho, que consiste en identificar oportunidades de mercado que no requieran de un diseño complejo o de investigación y desarrollo, y simplemente satisfacen a ciertos consumidores con productos que nadie más ofrece. El éxito de esta estrategia depende de una capacidad empresarial notable.

De alguna manera, estas estrategias representan procesos que han experimentado muchas empresas, al pasar de estrategias tradicionales a ser empresas que se subcontratan, para luego seguir una estrategia imitativa y finalmente ubicarse como empresas que oscilan entre las estrategias ofensivas y defensivas. Sin embargo, esta secuencia no es de ninguna manera una condición necesaria. A cada contexto le corresponde una estrategia particular que le es

apropiada. Una empresa de un país específico puede enfrentar condiciones de diversa índole, incluso históricas y de idiosincracia, que hagan que la solución encontrada por ella no sea aplicable para otra empresa en un contexto apenas ligeramente diferente. Los matices de cada caso exigen en ese sentido estudios específicos por país, por industria y por empresa.

A pesar de esta especificidad, se pueden encontrar países para los cuales el proceso ha sido particularmente exitoso como un todo. En Japón y, en alguna medida en los países asiáticos de la Cuenca del Pacífico, se ve con gran claridad que el éxito ha dependido fundamentalmente no de seguir una receta o una regla específica, sino de saber percibir los cambios en el contexto internacional, y crear, por medio de la política tecnológica, un entorno propicio para el desempeño de las empresas. El siguiente capítulo intenta dar cuenta de algunas experiencias internacionales que pueden arrojar luz sobre este último punto. Se enfatiza sobre todo el papel que el gobierno ha tenido en distintos países respecto a la política tecnológica, y las soluciones que se han logrado encontrar para los problemas que aquí han quedado apuntados.

La estrategia que sigan las empresas en cuanto a la innovación tecnológica, pero sobre todo los mecanismos que se establezcan para que el ambiente sea favorable a la innovación, son de importancia crucial para el futuro de cualquier país. Sólo aquellos países que logren que sus empresas entren a la dinámica tecnológica de un mundo en el que ésta constituye la piedra de toque de una plataforma industrial competitiva, podrán desarrollarse satisfactoriamente. Las empresas que no lo logren, estarán condenadas a desaparecer. Pero, más importante aún, la alternativa pone en juego a los países como un todo.

En este capítulo se ha explorado la problemática de las empresas que deciden invertir en tecnología. Se han señalado los distintos elementos que constituyen el entorno donde éstas se mueven, pero se ha enfatizado también que son ellas, y de manera particularmente importante el empresario innovador, las que tienen que llevar a cabo cambios profundos para lograr superar el reto tecnológico. Se han señalado razones por las que las empresas no invierten suficientemente en tecnología y el lugar que el gobierno debe ocupar como "facilitador" y como agente activo en el cambio tecnológico. Se han indicado fallas de mercado que se manifiestan en la falta de información, la incertidumbre y la dificultad de apropiación que implican los mercados tecnológicos, y cómo esas fallas pueden ser resueltas en la medida en que las empresas desarrollen la capacidad de adquisición, asimilación y adaptación de tecnologías, y adopten una estrategia adecuada según el tipo de mercado y competencia que estén enfrentando. En el siguiente capítulo se analizarán, como ya se dijo, experiencias internacionales, de las cuales no se pretende obtener modelos a seguir, sino más bien ilustrar claramente el tipo de problemas y soluciones que han sido factibles y que, además, –y esto es lo realmente importante– han logrado impactar positivamente el desempeño industrial de los países.

CAPITULO III. LA POLITICA TECNOINDUSTRIAL EN OTROS PAISES

El cambio tecnológico en los países en desarrollo se ha constituido en el factor clave para la adaptación exitosa de estas naciones a la creciente globalización de la producción y del comercio. Esta premisa ha estado presente en la instrumentación de las políticas tecnológicas de aquellos países que han logrado industrializarse con éxito y alcanzar un nivel considerable de sofisticación tecnológica y competitividad en los mercados internacionales. De ahí que sea esta misma premisa la que sirva de criterio para evaluar las políticas instrumentadas por un grupo de países. Esta revisión de las políticas de otros países tiene el propósito de provocar la reflexión sobre las enseñanzas positivas que se pueden aprovechar y los errores que se pueden evitar en la formulación de la política tecnológica mexicana.

La selección de los países que se estudian no fue arbitraria. Se buscó incluir naciones en desarrollo y países industrializados que, al ajustarse a los nuevos requerimientos del mercado internacional y a la disponibilidad de recursos, han tenido que reestructurar sus estrategias tecnológica, industrial y de desarrollo. La revisión de las medidas de política tecnológica no pretende ser exhaustiva; busca más bien examinar aquellas que han sido centrales en la instrumentación de la política tecnológica o que resultan relevantes para la reestructuración de la política tecnológica mexicana. Sin embargo, es importante tener en cuenta que cada país representa un caso único, resultado de su historia y de sus características específicas, por lo que las medidas que pudieron ser adoptadas por un país hace veinte años, pueden no tener los mismos efectos en una actualidad dominada por la creciente interdependencia entre las economías nacionales. Además, la globalización

misma de la economía mundial impone restricciones importantes a la política industrial de cada país.

INDUSTRIALIZACION Y DESARROLLO TECNOLOGICO EN JAPON

La política tecnoindustrial de Japón constituye uno de los casos más exitosos en la instrumentación acertada de una estrategia compleja de industrialización y desarrollo tecnológico que se construyó sobre la base de transferir, asimilar y aprender de la tecnología creada por los países industrialmente avanzados de Occidente. La economía japonesa se ha caracterizado por una tasa elevada de ahorro, con niveles relativamente bajos de ingresos (si se comparan con el nivel de desarrollo general del país), lo cual le permitió absorber los costos involucrados en la gran inversión realizada. Todo esto se dió en el contexto de un rápido consumo de capital y el acceso limitado a las importaciones en aquellos productos en los que Japón era menos competitivo.

Los principales ingredientes de la política tecnológica japonesa han sido: una adecuada política de formación de recursos humanos, la creación de una capacidad de investigación y desarrollo en áreas aplicadas, el impulso de una industrialización intensiva basada en la importación de tecnología de los países avanzados y la asimilación eficiente de la misma. En la etapa más reciente de su industrialización, ha sido fundamental el desarrollo de industrias tecnológicamente muy avanzadas o de punta, intensivas en investigación científica.

A continuación se examinan brevemente cada uno de estas medidas instrumentadas en el contexto de tres décadas de industrialización exitosa en Japón.

Política industrial

Entre los instrumentos de política industrial que constituyeron verdaderos estímulos a la innovación tecnológica destacaron: la suspensión de la Ley Antimonopolio, el establecimiento de barreras arancelarias para proteger a industrias nuevas, el apoyo financiero directo a las industrias que realizan actividades de investigación y desarrollo de prototipos y la capacidad de compra del mismo gobierno favoreciendo la demanda de los productos de las industrias que se desarrollan bajo estas políticas.

La suspensión de la Ley Antimonopolio contribuyó a crear los grandes consorcios industriales japoneses cuyas escalas de operación permitieron la inversión conjunta de importantes proyectos de investigación y desarrollo, dando lugar a que varias empresas compartiesen los costos y los riesgos involucrados en este tipo de actividades. Sin embargo, el instrumento de política industrial que sin duda contribuyó en forma más directa a la innovación tecnológica fue el apoyo financiero del gobierno a las industrias que realizan investigación aplicada al desarrollo tecnológico y de prototipos. Entre los mecanismos que afectaron la estructura del mercado y que también tuvieron efectos en la innovación se encuentran tanto la capacidad de compra del gobierno –asegurando un mercado para los productos de industrias nuevas–, como el establecimiento de barreras arancelarias con objeto de limitar la competencia en una etapa inicial para los productos de industrias recién establecidas en Japón. Con el paso del tiempo, la economía japonesa estableció su propio nivel de competitividad, exportando cantidades crecientes de bienes. En los últimos años Japón ha eliminado prácticamente todas las barreras arancelarias y no arancelarias a la importación, forzando una creciente competencia interna.

Formación de recursos humanos

El liderazgo tecnológico de Japón es un hecho relativamente reciente; sin embargo, la construcción de esta capacidad tecnológica se inició hace más de un siglo. Fue durante el periodo conocido como el de la Restauración Meiji (1840-1868) cuando Japón se embarcó en un proceso muy ambicioso de modernización institucional adoptando elementos sociales y materiales de Occidente. El aprendizaje del exterior fue, sin embargo, selectivo, para no afectar las tradiciones y la cultura de este país. Asimismo, con objeto de lograr la modernidad deseada, una de las prioridades del gobierno de Meiji consistió en introducir un sistema educativo a nivel nacional. Este proceso de desarrollo humano a través de la educación fue diseñado con el propósito de formar en los individuos las capacidades y las destrezas necesarias para realizar las actividades industriales modernas. La educación a partir de entonces se estableció, y se sigue concibiendo, como un compromiso nacional y como la base vital de la asimilación tecnológica y el desarrollo.

Apoyo a la investigación y desarrollo

Japón logró consolidar una capacidad de investigación y desarrollo como resultado de su participación en la Segunda Guerra Mundial. Los requerimientos de la conflagración mundial demandaron de este país el desarrollo de una capacidad tecnológica propia, organizándose por primera vez los programas de investigación científica en forma sistemática para enfrentar las necesidades surgidas de la guerra.

Tan pronto como Japón recuperó su autonomía política después de la guerra, empezó a realizar un esfuerzo sistemático por cerrar la brecha tecnológica que existía entre esta nación y los países occidentales, a través de un programa de importación selectiva acompañado por un intenso proceso de asimilación y adaptación al que hemos hecho referencia en capítulos anteriores. Sin duda, el periodo de la guerra y posguerra permitieron, por un lado, el incremento significativo de la capacidad de absorción de tecnología de Japón y, por otro, un aumento importante en la disponibilidad de tecnologías en los países occidentales. Esta nación aprovechó brillantemente el hecho de "haber llegado tarde" a la industrialización, seleccionando aquellas industrias que habían sido experimentadas en Occidente y que por lo mismo ofrecían mayores posibilidades de éxito. Inicialmente se le dió prioridad a las industrias básicas, como son la de maquinaria eléctrica, la química y la del acero. Para esto se adquirieron licencias de tecnología de países industrialmente avanzados.

Es importante señalar el hecho de que en esta etapa de la industrialización japonesa, la mayor parte de la tecnología clave adquirida por Japón estaba disponible bajo arreglos de licencia. Como política, se evitaron tanto la transferencia de tecnología "en paquete" como son las plantas completas o plantas "llave en mano", para obligar a la asimilación tecnológica; hubo pocas excepciones en este sentido, una de las cuales consistió en la adquisición de grandes estaciones de energía térmica. Sin embargo, en este caso se buscó comprar sólo una de estas plantas, buscando asimilar la tecnología con objeto de desarrollar las siguientes en Japón. Esta política consolidó a las tres compañías más importantes en el área de maquinaria eléctrica: Hitachi, Toshiba y Mitsubishi. La inversión extranjera directa se utilizó fundamentalmente como un vehículo para poder tener acceso a tecnologías específicas procurando, sobre todo, esquemas

de coinversión entre japoneses y extranjeros.

El énfasis se puso primordialmente en un esfuerzo nacional de sustituir las importaciones de bienes de capital y materias primas, dependiendo para ello de la tecnología importada. Esta política en algunos casos requirió de la adquisición de bienes de capital del exterior, como un mecanismo para acceder a la tecnología que éstos incorporan. Sin embargo, se trató de mantener la adquisición de éstos a un mínimo por lo que la política, como se mencionó antes en el caso de las plantas de energía geotérmica, consistió en comprar un primer bien, asimilar y hasta mejorar la tecnología, y producir el segundo localmente.

El éxito de la política technoindustrial japonesa, sin embargo, se debió fundamentalmente al esfuerzo en el que han participado en forma conjunta el gobierno y la industria y que ha consistido en la reorientación de la planta industrial en forma propositiva hacia áreas de producción más adecuadas a los imperativos del desarrollo de esta nación. Se ha buscado crear una industria que se adecúe a las limitaciones energéticas de Japón, que establezca límites a la contaminación ambiental y que aproveche la disponibilidad de una gran cantidad de recursos humanos altamente calificados. Asimismo, se ha buscado identificar industrias que aseguren la competitividad de los productos japoneses en el mercado internacional, donde la capacidad competitiva de estos productos reside en sus características de sofisticación y calidad. A mediados de la década de los sesenta, el gobierno de Japón identificó al campo de la alta tecnología y de las industrias con un alto valor agregado como los de mayor futuro, por lo que modificó su política industrial, llevando a cabo una profunda reestructuración de la industria. Algo semejante ocurrió tras el aumento de los precios del petróleo en los setenta y otra vez más en los ochenta con el ascenso en el yen respecto al dólar.

VINCULACION DEL AVANCE INDUSTRIAL Y TECNOLÓGICO EN COREA DEL SUR

El análisis de la política tecnoindustrial de Corea del Sur resulta relevante porque ha dado como resultado, en el lapso de sólo tres décadas, que los productos coreanos hayan alcanzado niveles sorprendentes de competitividad en los mercados internacionales, incorporando un grado importante de sofisticación tecnológica. En los últimos quince años, Corea del Sur se ha transformado en una de las economías en desarrollo más exitosas, sobre todo por la exportación de manufacturas con un alto valor agregado. Para lograr esto Corea del Sur ha tenido que enfrentar retos formidables, como son las limitadas dimensiones de su territorio y la falta de recursos naturales. Debe recordarse también la división del país en dos áreas (Norte y Sur) y la guerra devastadora sufrida en los años cincuenta. Al finalizar el conflicto bélico, Corea empezó a gozar de un flujo considerable de inversiones extranjeras, mismas que supo aprovechar en proyectos multiplicadores de efectos económicos, técnicos y sociales.

Política industrial

El lanzamiento del Primer Plan Quinquenal de Desarrollo Económico (1962) es el punto de arranque de una rápida industrialización. El Primer Plan Quinquenal de Desarrollo se apoyó en el libre juego del mercado; el gobierno se limitó a corregir imperfecciones y obstáculos que entorpecían el adelanto de las empresas. Así se configuró un liderazgo concertado del crecimiento nacional que algunos autores piensan que estuvo determinado por razones geocomerciales y geopolíticas (la vecindad con China y Japón), en tanto

que otros apuntan a la tradición confuciana como un factor equivalente al ethos weberiano presente en el desarrollo industrial occidental.

De acuerdo a este plan, la intervención gubernamental se limitó a eliminar los cuellos de botella de la actividad industrial, especialmente en los renglones de infraestructura y transporte. Las inversiones extranjeras fueron destinadas por el gobierno a despejar estos cuellos de botella, a la industria química ligera y al reemplazo de bienes de consumo importados. El acelerador de este primer avance industrial fue la extensión de los servicios eléctricos y la producción de fertilizantes, de cemento, de madera y de textiles.

En la segunda etapa del Plan (1964-1971), autoridades y empresarios colocaron el acento en la producción de bienes intermedios y en el ensamblaje de aparatos eléctricos y electrónicos. Es entonces cuando se inicia una fase vigorosa de liberalización comercial apuntalada por la iniciativa privada. La mano de obra barata se transformó en una ventaja relativa en el impulso de las industrias estratégicas (la química avanzada, hierro y acero, electrónica, metales no ferrosos y el sector petroquímico), que tuvieron efectos multiplicadores en toda la economía. El adelanto técnico en estas ramas –por la vía de la transferencia externa, la adaptación y la "producción compartida" con los proveedores de insumos– fue un factor crucial en este impulso. Así se configuró un círculo virtuoso que favoreció a la industria y a la tecnología. Entre 1962 y 1971, dos terceras partes del ahorro (interno y externo) se orientó hacia estas industrias.

El viraje definitivo de Corea como país exportador de manufacturas se verificó en la tercera etapa del Plan (1972-1976). La puesta en marcha de plantas

de acero en gran escala, la ampliación de los astilleros y la producción de máquinas-herramientas aceleraron el crecimiento económico. En paralelo, los empresarios superaron la etapa de ensamblaje electrónico y comenzaron a vender aparatos integrados en mercados internacionales. La madurez technoindustrial se robusteció con la descentralización regional de la actividad. Zonas enteras del país se especializaron en una rama productiva: Ulsan y Yuchun en la petroquímica, Chanwon en maquinaria, Kumi en electrónica, Onsan en metales no ferrosos y Pusan en astilleros.

La diversificación y regionalización de la industria se acentuó en el periodo 1977-1981. Corea se empeñó en el curso de este tiempo en consolidar su base exportadora, promoviendo simultáneamente a ramas ligeras y a industrias pesadas, como son las de los bienes de capital. Sus aciertos económicos se tradujeron en una creciente capacidad tecnológica que, a su turno, abrió cauces a la producción de equipos de precisión, a la electrónica avanzada y a la informática.

Formación de recursos humanos

Corea posee una arraigada propensión a formar recursos humanos, que se ha manifestado incluso en épocas de estrechez económica. Después de la Segunda Guerra Mundial, numerosos estudiantes coreanos viajaron al extranjero para acceder a niveles superiores de estudios. Al retornar a su país en los años sesenta, se emplearon en el servicio público, en la administración del sector empresarial privado y en la investigación técnica. La atención gubernamental y privada al entrenamiento y actualización del capital humano es una constante

desde entonces. Esta circunstancia ha facilitado, primero, la coexistencia de los dos estilos de desarrollo (sustitución de importaciones y fomento a las exportaciones) y, después, la elección resuelta de la orientación exportadora.

Al incrementarse la demanda por recursos humanos en los sesenta, las autoridades coreanas formularon un ambicioso programa de movilización y formación de recursos humanos consistente en la preparación de un plan de largo plazo que asegurara la correspondencia entre la oferta laboral y la futura demanda, otorgando incentivos financieros con objeto de frenar la fuga de cerebros y de fomentar la repatriación de especialistas, y promoviendo la formación de un Instituto de Estudios Avanzados, dirigido a satisfacer las demandas específicas de las empresas y del sector público. La educación en general y particularmente la educación media ha puesto énfasis en los fundamentos de la investigación científica, otorgando apoyo a las escuelas técnicas y vocacionales y homogeneizando los criterios de certificación de estudios efectuados.

Estas medidas no sólo han acelerado el aprendizaje técnico de las empresas, sino también han neutralizado los efectos negativos de las inversiones extranjeras, favoreciendo una transferencia efectiva de tecnología. De esta manera, los multiplicadores de estas inversiones han sido internalizados.

Apoyo a la investigación y desarrollo

Fue durante mediados de los setenta cuando el gobierno le dio un apoyo decidido al desarrollo tecnológico, al convertirse la actividad exportadora en la motivación fundamental para promover una capacidad tecnológica más general. El

establecimiento de la capacidad tecnoindustrial coreana dependió de elementos muy específicos en la política tecnológica:

- se creó una infraestructura científica selecta de acuerdo a las direcciones del avance industrial a cargo del Instituto Coreano de Ciencia y Tecnología;
- se proporcionó extensionismo técnico a las empresas orientadas a la exportación;
- se logró una transición del extensionismo y del apoyo técnicos al estímulo de la investigación, con el objetivo de facilitar la asimilación de la tecnología transferida del exterior.

Es importante enfatizar el carácter gradual y los enlaces estructurales de la política tecnológica coreana. En los sesenta, se instrumentó el Primer Plan de Desarrollo, que se caracteriza por acciones indicativas en materia de transferencia externa. En los setenta, se fomentó la innovación técnica destinada a incrementar la competitividad de los productos coreanos en el exterior, como parte de su orientación general exportadora. En los ochenta, se identifican tendencias claras de autonomía tecnoindustrial, la cual descansa en una infraestructura científica creada oportunamente. Este proceso se acompañó por el otorgamiento de estímulos fiscales y financieros para el aprendizaje técnico de las empresas, se incentivó la participación de nacionales en las firmas de consultoría, se diversificaron las fuentes de apoyo a investigadores promisorios y se supervisó la certificación de estudios de la mano de obra en constante adiestramiento. Estas medidas fueron complementadas con políticas destinadas a promover la educación y la capacitación de personal especializado en los diferentes campos

técnicos, así como en el establecimiento de una infraestructura de institutos científicos y tecnológicos diseñados para servir a la industria.

En 1981, el gasto coreano –público y privado– en investigación y desarrollo constituyó el 1.5 por ciento de su PIB; se espera que para 1989 este gasto se aproxime al 2.5 por ciento. Esta impresionante expansión es el resultado del interés empresarial en ampliar –cuantitativa y cualitativamente– las exportaciones industriales. En consonancia con estos objetivos, Corea está acelerando la calificación de sus recursos humanos y la renovación de la infraestructura científica conforme a las demandas de los mercados internacionales.

Como se ha anticipado, Corea consolidará en los noventa su autonomía tecnológica mediante el continuo eslabonamiento de la estrategia industrial con el avance técnico. Estudios al respecto preveen el firme mejoramiento de la calidad de los bienes exportados, la instalación de las plantas y la extensión de los servicios de ingeniería en el extranjero y la aplicación difundida de la informática en todos los servicios y actividades.

Cabe resaltar, por último, que los elementos esenciales para el actual desempeño de la economía coreana fueron, por una parte, la clara preocupación del gobierno por resolver cuellos de botella en la actividad industrial, sobre todo en cuanto a infraestructura y transportes; y, por otra parte, la elección oportuna de un estilo de desarrollo de fomento activo a las exportaciones.

BRASIL: UN INTENTO FALLIDO DE AUTONOMIA TECNOLÓGICA

El análisis de algunos de los aspectos de la política tecnológica brasileña resulta relevante por tratarse ésta de una nación latinoamericana con un nivel de desarrollo semejante al de México. Brasil ha instrumentado desde los sesenta una política destinada a la creación de una capacidad tecnológica propia. Sin embargo, todo parece indicar que las medidas de política adoptadas por esta nación, en muchos rubros, no han sido conducentes al logro de una mayor competitividad de la industria brasileña en los mercados internacionales.

La industrialización brasileña se realizó en el marco de un relativo subdesarrollo científico y tecnológico atribuido a su pasado colonial. La estrategia industrial se basó en la sustitución de importaciones dependiendo, para que ésta se realizara, de la transferencia masiva de tecnología del exterior incorporada, sobre todo, a los bienes de capital que se importaban. Sin embargo, y a diferencia de Japón, este proceso de importación tecnológica no correspondió a un esfuerzo paralelo de asimilación y absorción local de tecnología.

El atraso tecnológico y la falta de capacidad local para asimilar y absorber la tecnología que se adquirió del exterior se debió, en parte, a la falta de incentivos para exportar, lo cual fomentó la pasividad empresarial, en combinación con un enorme caudal de importaciones de bienes de capital, sin que se desarrollara el menor esfuerzo de asimilación y comprensión de la tecnología contenida en éstas. El crecimiento tan acelerado experimentado por la industria brasileña creó un mercado fantástico para los vendedores de tecnología, en el cual el precio no constituía ya un factor limitante. Decisiones tecnológicas equivocadas no resultaban en grandes pérdidas o en reducciones sustanciales en los márgenes de

ganancia, lo cual favorecía el dispendio. Las condiciones de un mercado protegido y los generosos incentivos del gobierno permitieron ineficiencias, con frecuencia muy severas, en la elección de tecnología.

Desde mediados de los sesenta y especialmente a partir de 1968 –año que es considerado como el punto de inflexión de la política científica y tecnológica–, se inicia un esfuerzo sin precedente orientado a construir una capacidad tecnológica propia. Los estudiosos del desarrollo brasileño han logrado identificar dos propósitos fundamentales que subyacen a la definición de la política technoindustrial brasileña, uno de ellos relacionado con el logro de un mayor grado de autonomía con respecto a los proveedores de tecnología, a través de fomentar una "transferencia real" de la misma; el otro identificado con el deseo de transformar a Brasil en el lapso de una generación en una potencia mundial apoyada en el factor de alta tecnología. El primer propósito ha dado lugar a un esfuerzo nacional conducente a favorecer la asimilación y la absorción de tecnología del exterior. El segundo ha resultado en la proposición de medidas destinadas al desarrollo de áreas de alta tecnología, particularmente en los campos de la energía nuclear y de la informática.

El marco original en el que surge la política tecnológica es el de un modelo de desarrollo que busca estimular la inversión extranjera y que reconoce en las compañías extranjeras a una fuente importante de transferencia tecnológica. Por lo mismo, las regulaciones iniciales a la inversión extranjera, a la transferencia de tecnología y a la propiedad intelectual no se proponían ahuyentar este tipo de inversión, sino orientarla en direcciones congruentes con los intereses brasileños. Se pretendía lograr con éstas una transferencia efectiva de tecnología y la creación de mecanismos a través de los cuales las empresas extranjeras

compartiesen su tecnología, formando coinversiones, o mediante la inversión de compañías extranjeras en el desarrollo de tecnología a nivel local. Esto se logró con cierto éxito en los casos de compañías dedicadas a fabricar equipo de telecomunicaciones y maquinaria eléctrica, como son Standard Electric, ITT, Ericsson, NEC do Brasil, Siemens, Olivetti y General Electric. Estas medidas también se proponían, por un lado, prevenir el pago excesivo al exterior por concepto de tecnología y, por el otro, evitar la adquisición de tecnología disponible con anterioridad en Brasil y el pago prolongado por concepto de patentes y marcas.

Sin embargo, en muchos casos, la instrumentación de estas medidas no fue congruente con la política de inversión que establecía el fomento de la inversión extranjera, trayendo como resultado, también en muchos casos, la contracción de ésta. Esto, a su vez, afectó la instrumentación ulterior de las medidas orientadas a regular el comportamiento tecnológico de las empresas extranjeras por la vulnerabilidad financiera del país.

Formación de recursos humanos

Como parte fundamental de la política tecnológica brasileña, se diseñaron tres tipos de medidas: la primera consistió en un amplio programa de formación de científicos e ingenieros, que ha llegado a ser el más importante en toda América Latina. La segunda, denominada "Operación Regreso", se propuso como meta la repatriación de científicos e ingenieros que prestaban sus servicios en el extranjero mediante un programa de estímulos financieros. La tercera consistió en reorientar el trabajo de los científicos e ingenieros, a través del uso de incentivos financieros, a los campos considerados como prioritarios al desarrollo brasileño. Brasil ha logrado desarrollar el contingente de científicos y técnicos más grande en

América Latina y el segundo mayor de los países del Tercer Mundo, después de la India. Sin embargo, las restricciones a la inversión productiva y las excesivas regulaciones han impedido que se eleve la capacidad de absorción de estos individuos, limitando su posible contribución al fortalecimiento de la tecnoestructura del país. En otras palabras, una política de recursos humanos bien diseñada ha chocado con toda una estructura de regulación económica que la impide.

Apoyo a la investigación y desarrollo

La preocupación constante de aquéllos que instrumentan la política científica y tecnológica ha sido la de cómo lograr una vinculación efectiva entre la creación de conocimiento y sus aplicaciones industriales. Como resultado de la instrumentación de la política, la vinculación entre las actividades de investigación y la producción se han incrementado en forma gradual pero estable. Los instrumentos de política que más han contribuido al logro de esta vinculación han sido los bancos de desarrollo y la comercialización de la tecnología. Esto se ha llevado a cabo a través de la formación exitosa de compañías y fundaciones creadas por profesores e investigadores de los centros académicos y universitarios, cuya función primordial ha consistido en comercializar los productos tecnológicos.

Existen dos institutos de investigación de gran importancia en las tareas de desarrollo y adaptación tecnológica: el Instituto de Investigación Tecnológica de

Sao Paulo y el Instituto Nacional de Tecnología en Río de Janeiro. El primero se dedica exclusivamente a la producción de bienes de capital y cuenta con un laboratorio dedicado a la física metalúrgica. El segundo se dedica a investigar sobre fuentes energéticas alternativas (energía solar, carbón, hidrogasificación, alcohol) y a asesorar a la industria en cuestiones de infraestructura e ingeniería.

Los programas de desarrollo tecnológico de más significado dentro del país han sido los de las industrias nuclear e informática. Estas resultan ser de utilidad como casos de estudio en la estimación de la capacidad de absorción y desarrollo tecnológico propio del país.

La industria nuclear brasileña

La verificación de la existencia de importantes yacimientos de uranio en Brasil en los años cincuenta, estimuló el interés en ese país por desarrollar una industria nuclear, oponiéndose a la política de exportación abierta del material. A partir de entonces, se inicia una intensa política de formación de recursos humanos en física e ingeniería nuclear, llegando a formar la generación de físicos más grande de América Latina, destacando entre ellos algunos miembros importantes a nivel internacional. Sin embargo, a pesar de contar con una infraestructura industrial y de recursos humanos considerable, Brasil ha carecido de una política nuclear consistente.

Con la política de apertura a la inversión extranjera, el gobierno militar brasileño decidió cortar el programa de inspiración autárquica, iniciado por gobiernos anteriores, y contrató la importación de plantas nucleares norteamericanas, comprando en Estados Unidos el uranio enriquecido. Al poco

tiempo, sin embargo, este programa quedó trunco por la decisión norteamericana de no suministrar el combustible, por razones de no-proliferación nuclear.

El gobierno brasileño retomó la política de desarrollo tecnológico al margen del resto del mundo, aunque firmó acuerdos de transferencia de tecnología con Alemania Federal, los cuales establecían el control gradual por parte de los técnicos locales de las diferentes etapas de la producción del energético nuclear.

A pesar de la nueva formulación de la política brasileña y de la capacidad de absorción establecida con una política de formación de recursos humanos en este campo, Brasil no pudo alcanzar la autonomía tecnológica que buscó. Antes bien, tuvo que enfrentar cuellos de botella tecnológicos muy importantes en el proceso de enriquecimiento de uranio, debido a que la tecnología para este efecto, adquirida de los alemanes, no resultó adecuada por no haber sido suficientemente probada con anterioridad.

Desde su inauguración, la única planta nuclear brasileña "Angra I" ha trabajado muy por debajo de su capacidad total, ha sufrido numerosos problemas técnicos, retrasos y su costo de operación ha sido cinco veces mayor al de las estimaciones originales. Asimismo, reportes de 1987 indicaban un retraso considerable en la construcción de los reactores "Angra II" y "Angra III" adquiridos en Alemania. Esto llevó a la suspensión de nuevos proyectos de esta naturaleza.

Numerosos autores consideran que la política de tecnología nuclear iniciada en los cincuenta por esta nación no han rendido los frutos esperados, particularmente en vista de que este tipo de tecnología está cayendo gradualmente en la obsolescencia al ser desplazada por nuevas alternativas

energéticas que ofrecen mejores condiciones de seguridad y menores costos en los países desarrollados.

La política informática brasileña

La decisión de crear una industria informática nacional obedeció a una serie de factores tecnológicos, de seguridad nacional e independencia. En 1978, el gobierno brasileño tomó la decisión de tratar a la industria nacional de productos informáticos como una "industria infantil", creando una reserva de mercado para este tipo de bienes, a través del establecimiento de controles a la importación de computadoras y periféricos y prohibiendo la importación de microcomputadoras. Esta política recibió el apoyo del gobierno militar debido, muy probablemente, a su posición ideológica "segurança e desenvolvimento" (seguridad y desarrollo), que dejó ver su influencia en numerosas medidas, particularmente en el campo tecnológico que, como se sugirió antes, tenía como motivación principal el hacer de Brasil una potencia mundial.

Originalmente, los planificadores del BNDE, que diseña la política informática, habían identificado al sector de las minicomputadoras como el que ofrecía mayores posibilidades de contribuir al desarrollo de las capacidades tecnológicas e industriales en el campo de la informática. La marina brasileña, que hasta entonces usaba la computadora inglesa "Ferranti", estuvo de acuerdo en iniciar un proyecto conjunto con el BNDE para la planeación, desarrollo y manufactura del prototipo de una computadora útil para operaciones marítimas, de preferencia en asociación con "Ferranti". Otras instituciones gubernamentales se encargaron de ofrecer el financiamiento para entrenar profesionales en ingeniería eléctrica y ciencias computacionales. Después de cinco años se logró formar una

masa crítica de profesionales en esta área.

En el año de 1976, la International Business Machines (IBM), al darse cuenta de la creciente tendencia hacia el proteccionismo, anunció que se proponía iniciar la manufactura de minicomputadores localmente, aprovechando así la reserva de mercado creada por el plan. El gobierno brasileño reaccionó frente a la proposición de esta compañía prohibiendo la manufactura de computadoras personales y minicomputadoras por parte de dichas compañías, dejando el mercado en exclusividad para compañías con cien por ciento de capital brasileño. En los últimos años, la política informática brasileña se ha fortalecido y profundizado, ampliando la reserva del mercado para periféricos –modems e impresoras– manufacturados en Brasil.

Si bien es cierto que el programa de la informática ha estimulado el desarrollo de una industria nacional, la capacidad de asimilar la tecnología extranjera y de manufacturar computadoras en Brasil que integren y mejoren dicha tecnología, ésta no parece haber sido muy exitosa. Algunos especialistas afirman que la política informática sólo ha logrado copiar tecnología del exterior a un costo sumamente elevado para la economía en su conjunto. De hecho, ésta ha llevado a la subordinación de toda la economía en aras del dudoso desarrollo de este sector particular.

La economía brasileña es relativamente grande si se compara con el tamaño de los mercados de otras economías latinoamericanas. Sin embargo, a pesar de ello, la economía es muy pequeña en términos de la demanda por productos informáticos y en términos de la escala de la producción cuando se trata de alcanzar volúmenes para que ésta resulte eficiente y por lo mismo competitiva.

Para lograr ésto sería indispensable orientar parte de la producción al mercado internacional. Sin embargo, uno de los resultados del programa de informática es que los precios de los productos brasileños, aunque han disminuido en los últimos años, no son competitivos, estando sensiblemente arriba de los precios internacionales. Por otro lado, la competitividad en el sector informático depende en gran medida de su dinamismo tecnológico.

Las firmas brasileñas no han ido más allá de innovaciones graduales dentro de las tecnologías más abiertas y mejor conocidas en este campo. La tendencia dentro de las compañías líderes a nivel internacional a producir sobre la base de tecnologías cerradas, es cada vez mayor. Esto implica que la industria brasileña deberá enfrentar las dificultades que supone el asimilar este tipo de tecnologías. Por todo ello, es poco probable que Brasil pueda mantenerse cerca de las tecnologías de punta en materia informática de no abrir la posibilidad de inversión extranjera en el sector. Desde este punto de vista, no es válido argumentar que la industria informática brasileña es una "industria infantil", y por lo mismo es difícil justificar la protección a la que ha estado sujeta. Por ello, la ausencia de competencia del exterior, de hecho, ha representado un creciente retraso relativo en el sector informático de aquel país. En este contexto, resultan evidentes las contradicciones del programa en su conjunto, pues éste nunca se propuso el desarrollo de una industria con altos niveles de eficiencia y competitividad; era su objetivo el desarrollo autárquico, que no ha sido alcanzado.

El caso brasileño, entonces, constituye un ejemplo de una política tecnológica creativa y poco ortodoxa que, sin embargo, no ha dado los frutos que se esperaba de ella; es un ejemplo, por demás aleccionador, sobre el enorme significado que tiene la consistencia entre las políticas macroeconómica, industrial

y tecnológica, y de las consecuencias de la ineficacia de esta última política cuando se da aislada o en conflicto con la política global de desarrollo.

LA POLITICA TECNOINDUSTRIAL EN OTROS PAISES

A continuación se analizan las políticas tecnoindustriales de Inglaterra y de Israel, cuyo objetivo común es incrementar la competitividad de sus manufacturas en los mercados internacionales, mediante una estrategia de fomento a lastecnologías de punta. Sin embargo, las políticas instrumentadas por estos dos países difieren en el grado de intervención gubernamental. El gobierno británico busca apoyarse en el funcionamiento de los mercados, estimulando indirectamente las actividades de investigación y desarrollo, interviniendo cuando el funcionamiento de los mercados es débil o cuando éstos fallan, designando a la empresa como el principal actor de la innovación tecnológica. El gobierno israelí, en cambio, participa más activamente a través de la planificación, el financiamiento directo a las actividades de investigación y desarrollo y el establecimiento de programas de colaboración con otros países.

CREACION DE UN MERCADO DE TECNOLOGIA EN GRAN BRETAÑA

Gran Bretaña sufrió un proceso gradual de rezago tecnológico que se manifestó en forma crítica en los años cincuenta y que tuvo consecuencias importantes en la ineficiencia generalizada de su planta insustrial y en la falta de competitividad de los productos de este país en los mercados internacionales. Las medidas recientemente adoptadas por el Departamento de Industria y Comercio Exterior (DTI) para promover la innovación tecnológica tienen como antecedente la política económica que empezó a instrumentarse en este país a partir de 1979.

El supuesto principal que subyace tanto a la política económica como a la tecnológica es el libre funcionamiento de los mercados. Desde esta perspectiva, la responsabilidad fundamental del gobierno ha sido la de crear un clima adecuado para que los mercados funcionen mejor y para estimular la actividad de la empresa privada. La meta de estas políticas es, pues, fomentar la formación de capital a partir del estímulo a la iniciativa individual y a la empresa, así como mejorar, a través de información adecuada, las oportunidades que ofrece el mercado.

La instrumentación de estas políticas ha tenido un efecto patente en la recuperación del crecimiento de la economía y en un incremento en la eficiencia y la productividad de la planta industrial. Sin embargo, sigue existiendo un rezago en lo que se refiere a la inversión de las empresas en investigación y desarrollo y en innovación tecnológica. De ahí que, a partir de 1986, el DTI haya formulado una serie de políticas orientadas a fomentar las actividades tecnológicas en las empresas. La filosofía general que rodea a estas políticas consiste en que el gobierno no debe asumir la responsabilidad del cambio tecnológico por considerar que esto está dentro del ámbito de operación de la misma empresa. Sin embargo, reconoce la necesidad de intervenir para apoyar programas de investigación y desarrollo cuando claramente éstos pueden beneficiar a la economía en su conjunto, a pesar de que no se den beneficios comerciales inmediatos. Estas políticas se pueden resumir básicamente de la siguiente manera:

- Mejorar el clima para la innovación y la transferencia de tecnología, a través de la difusión de la información relevante.

- Con objeto de absorber con más comodidad los costos y los riesgos involucrados en la innovación, estas medidas promueven diferentes formas de colaboración entre universidades y empresas, de varias empresas entre sí y entre países de la Comunidad Económica Europea.
- Estimular y fomentar la creación de industrias pequeñas y medianas cuya producción dependa intensivamente de la innovación tecnológica.

Además de las medidas anteriores, el gobierno británico se ha propuesto apoyar proyectos que considera excepcionales, esto es, aquéllos ubicados en áreas que indiscutiblemente son de interés para la nación pero que, por estar en una etapa precompetitiva, no son fácilmente tomados en cuenta por el sector privado sin un considerable apoyo por parte del gobierno. Este tipo de proyectos – cuyo número es necesariamente pequeño– debe involucrar tecnología y productos que estén destinados a provocar una gran aceptación en los mercados mundiales. La asistencia financiera sólo se otorgará en aquellos casos en donde los proyectos sean significativamente innovadores, involucren un alto riesgo y en donde se espere generar beneficios amplios adicionales para la economía nacional.

En suma, las medidas de política tecnológica adoptadas por el gobierno del Reino Unido parten del supuesto de que el principio de la innovación tecnológica es el funcionamiento de los mercados. La política gubernamental debe solamente facilitar y permitir que las empresas se involucren en proyectos de investigación y desarrollo para beneficio propio y de la economía en su conjunto.

ISRAEL: DESARROLLO DE INDUSTRIAS DE ALTA TECNOLOGIA

Desde su formación hace cuarenta años, el Estado de Israel se ha caracterizado por contar con una proporción elevada de recursos humanos altamente calificados dentro de su fuerza laboral. En 1984, nueve de cada mil personas empleadas en la industria se dedicaban a actividades de investigación y desarrollo, cifra superior a la que se observa en países como Alemania, Francia, Suecia y Canadá. Las últimas dos décadas han sido testigos del rápido desarrollo y consolidación de industrias nuevas. Por ejemplo, en la década pasada Israel logró el reconocimiento internacional en campos tan diversos como la instrumentación médica electrónica, la electro-óptica, la computación gráfica, la aeronáutica, la ingeniería genética, la biotecnología y la energía solar. En gran parte esto se dió gracias a la sofisticada infraestructura científica y tecnológica de esta nación.

Uno de los grandes dilemas que enfrenta la política tecnológica israelí es cómo utilizar adecuadamente y en forma redituable la infraestructura científica y tecnoindustrial creada a lo largo de estos años. En términos generales, la economía de Israel es una economía pequeña, con un mercado interno limitado y, por razones de tipo político, con dificultades para establecer un intercambio comercial con los demás países de la región. Esto dió origen a que el énfasis de la recién formulada política económica estuviese en la exportación de productos intensivos en tecnología y en la colaboración con países europeos y con Estados Unidos, tanto para las tareas de investigación y desarrollo como para la manufactura y comercialización de estos productos.

Vale la pena analizar más detalladamente algunos aspectos de la política tecnológica instrumentada por el gobierno de Israel, por ejemplo: la formación de recursos humanos, el financiamiento por parte del gobierno a las actividades de investigación y desarrollo contempladas en la nueva ley de 1984, la vinculación entre las instituciones científicas y la industria y los programas de colaboración con otros países.

Formación de recursos humanos

Como se mencionó antes, las medidas del gobierno que enfatizan la formación de recursos humanos altamente calificados han estado presentes desde el origen del Estado de Israel. En la década de los ochenta se aprecian los frutos de estas políticas: en 1984 existían 50,000 ingenieros y científicos en el país (uno de los números per cápita más grandes del mundo), de los cuales 10,000 trabajaban en la industria; en promedio, se gradúan 3,000 científicos e ingenieros al año en las principales universidades y en el "Technion"; acuden 75,000 estudiantes a escuelas técnicas y vocacionales, etcétera. Cabe mencionar, además, que cada año, miles de jóvenes egresan del entrenamiento militar con una sólida formación técnica y que constantemente están entrando a la fuerza laboral israelí personas altamente calificadas de otros países. Asimismo, cada vez es mayor el número de israelíes que han estado viviendo y capacitándose en el extranjero y que regresan a formar parte de dicha fuerza laboral.

Apoyo gubernamental a las actividades de investigación y desarrollo

El financiamiento gubernamental a las actividades de investigación y desarrollo se hace tanto de forma directa, a

través del financiamiento de centros e instituciones científicas y universidades, como indirectamente, a través de incentivos fiscales y financieros a las empresas que realizan investigación y desarrollo. En 1984 se destinó el 2.2 por ciento del producto interno bruto a actividades de investigación y desarrollo. La importancia de esta cifra se pone de manifiesto si se le compara con la inversión de otros países: en 1982 Japón, país líder en actividades tecnológicas, destinó 2.1 por ciento de su PIB a investigación y desarrollo.

Además del subsidio directo a las actividades de investigación y desarrollo, el gobierno ofrece incentivos fiscales a compañías insertas dentro del renglón de alta tecnología. Estos incentivos se aplican también a compañías extranjeras que realizan esfuerzos en investigación y desarrollo, siempre que éstas manufacturen en Israel productos de alta tecnología.

Vinculación entre instituciones científicas y la industria

El desarrollo acelerado de industrias intensivas en investigación científica ha traído como consecuencia que, con mayor frecuencia, las instituciones de educación superior presten sus instalaciones científicas a la industria, con objeto de que ésta realice actividades de investigación y desarrollo. Asimismo, es cada vez más común que las universidades y las instituciones científicas orienten sus agendas de investigación hacia áreas aplicadas, dejando a las ciencias básicas en un segundo término. Es también cada vez más frecuente que los mismos centros científicos en las universidades den lugar a empresas intensivas en tecnología (technical start-ups).

Programas de colaboración con otros países

Israel ha fomentado la colaboración con compañías extranjeras en base a experiencias anteriores exitosas de proyectos conjuntos entre compañías europeas y norteamericanas que han participado en el desarrollo, producción y comercialización de productos nuevos. Un ejemplo de creación de instituciones que favorecen y promueven este tipo de colaboración es el de la Fundación Binacional Para la Investigación y Desarrollo Industrial Israel-Estados Unidos. Como retribución a la participación extranjera en investigación y desarrollo y en la comercialización de la mercancía, Israel ofrece su experiencia en innovación, la avanzada infraestructura de su industria sofisticada y su fuerza de trabajo altamente calificada.

LECCIONES DE LA POLITICA TECNOINDUSTRIAL DE OTROS PAISES

En este capítulo se examinaron algunas de las medidas de política tecnológica instrumentadas por los gobiernos de Japón, Corea del Sur, Brasil, Inglaterra e Israel. Entre estas medidas destacan aquéllas que están directamente relacionadas con las actividades de asimilación-innovación tecnológicas, como son las políticas de formación y empleo de recursos humanos y de estímulo y apoyo a las actividades de investigación y desarrollo. Se examinaron también aquellas medidas que están relacionadas con las actividades económica e industrial, que son parte del macroclima que rodea al cambio tecnológico en las empresas. Vale la pena destacar algunos elementos de estas medidas en una perspectiva comparativa. Esta tarea busca provocar la reflexión sobre las implicaciones que estos ejemplos tienen para la futura instrumentación de la política tecnológica mexicana.

Formación de recursos humanos

Existe una notable coincidencia en todos los países analizados en cuanto al énfasis que hace la política gubernamental en la formación de recursos humanos en ciencias aplicadas e ingenierías. Las diferencias más significativas que se observan entre los casos estudiados se refieren a, por un lado, la antigüedad de estas medidas y, por otro, a los estímulos a este tipo de profesionales evitando la fuga de cerebros o su subempleo. Sin duda, las políticas educativas y de formación de recursos humanos en Japón –que se remontan al siglo pasado– han rendido sus frutos con creces en la capacidad de absorción y asimilación tecnológica que este país ha realizado a lo largo de varias décadas en su proceso de industrialización. Un caso semejante es el de Inglaterra, cuna de la Revolución Industrial, o el de Israel que, aunque sus políticas son mucho más recientes que las del Reino Unido, han estado presentes desde la fundación de esa nación, en parte por el reconocimiento de la importancia de este tipo de medidas por los científicos e ingenieros que emigraron de Europa al recién formado Estado de Israel, y también por el énfasis que se ha puesto en la educación desde entonces.

Más recientes han sido las medidas relativas al desarrollo de recursos humanos instrumentadas por Corea y Brasil. En ambos países se han adoptado medidas muy agresivas en la formación y repatriación de científicos e ingenieros. Sin embargo, el caso más exitoso ha sido el de Corea, por haber podido eslabonar las medidas de formación de personal con el proceso industrial en forma eficiente. Corea ha logrado mantener y elevar su nivel de competitividad de una manera constante, lo que ha favorecido el desarrollo de empleos atractivos para ingenieros y científicos aplicados. Brasil, en cambio, ha desarrollado al contingente más

grande de científicos e ingenieros en América Latina y el segundo mayor de los países en desarrollo y, sin embargo, no ha logrado crear las condiciones económicas para que el desarrollo tecnológico se convierta en una prioridad. El resultado ha sido una planta excepcional de profesionales para los cuales no hay empleos adecuados a sus capacidades y a las necesidades, al menos teóricas, del desarrollo de su país. Toda política de formación de recursos humanos deberá estar acompañada de una política macroeconómica adecuada que fomente la inversión, que garantice el crecimiento de la economía y que obligue a la planta productiva a crear una capacidad tecnológica que sustente el desarrollo de largo plazo.

Estímulo a las actividades de investigación y desarrollo

Otra coincidencia importante en las medidas de política tecnológica adoptadas por todas las naciones estudiadas es el apoyo financiero directo a las actividades de investigación y desarrollo. Todo parece sugerir que la intervención gubernamental en apoyo de las actividades de investigación y desarrollo coincide con un reconocimiento implícito del funcionamiento imperfecto de los mercados de tecnología y de los problemas de información y de riesgo que están involucrados en las actividades tecnológicas. Sin embargo, existen diferencias cualitativas y cuantitativas en las formas de apoyo. Durante la Segunda Guerra Mundial, el gobierno japonés creó una serie de instituciones de investigación y desarrollo con objeto de responder a las crecientes demandas tecnológicas surgidas de la participación de esta nación en la conflagración mundial. En un desarrollo posterior, el gobierno japonés ha apoyado financieramente a la industria involucrada en actividades de desarrollo tecnológico y de prototipos. Este tipo de medidas ha incentivado a la industria en direcciones

de alta tecnología, a pesar de los riesgos y el costo que este tipo de actividades supone.

En naciones como Israel y Brasil, el apoyo a las actividades de investigación y desarrollo ha sido muy importante no sólo a través de formas directas de financiamiento a estas actividades, sino también a través de la creación y orientación de instituciones públicas a la investigación y el desarrollo. En forma semejante, a partir de la década de los setenta, Corea ha creado instituciones públicas para la realización de actividades tecnológicas. La diferencia entre las medidas de apoyo a la investigación y desarrollo de estas naciones es más de grado que de fondo. Existe, por otro lado, una diferencia importante entre estos países y el enfoque adoptado recientemente por Inglaterra. Esta nación ha tratado de reducir al mínimo la participación gubernamental en las actividades económicas, haciendo de la empresa el principal agente tecnológico y señalando la importancia tecnológica de la pequeña y mediana industria. Sin embargo, el gobierno de Gran Bretaña reconoce la necesidad de participar en aquellos casos en los que el desarrollo de tecnología enfrenta fallas en el mercado o cuando el funcionamiento de éstos es débil. De ahí que el Departamento de Industria y Comercio británico haya aumentado el financiamiento a las industrias que realizan actividades de desarrollo tecnológico.

Política industrial

Las medidas de política tecnológica instrumentadas por el gobierno japonés han sido coherentes con las medidas de política macroeconómica y de desarrollo, logrando la inserción eficiente de este país en la economía global y fomentando la exportación manufacturera, el crecimiento del empleo y de la

productividad.

Japón es generalmente considerado como el país que con más éxito practicó, hace dos décadas, una política de proteccionismo a industrias nacientes. La protección –que fue selectiva y temporal– para las industrias nacientes no fue, sin embargo, el factor más importante en el éxito industrial y tecnológico de Japón. El factor clave para su éxito ha sido su orientación al mercado internacional y su búsqueda de eficiencia, calidad y competitividad. Como se mencionó antes, la decisiva vocación exportadora de Japón llevó a esta nación a dismantelar gradualmente sus barreras proteccionistas y a integrarse plenamente al comercio internacional, sin sacrificar por esto su competitividad tanto en el mercado doméstico como en el internacional.

Aunque mucho más recientemente, la industrialización coreana comparte con la japonesa su énfasis exportador basado en el factor tecnológico como la clave de la competitividad. A diferencia de Japón, en Corea la inversión extranjera directa ha sido un mecanismo importante de transferencia de tecnología, y desde su origen la industrialización estuvo enfocada a los mercados internacionales. Es notable la coherencia de las medidas de política macroeconómica, de política industrial y de política tecnológica alcanzadas por Corea, que han llevado a que este país surja como un productor y exportador importante de productos intensivos en tecnología de gran calidad y sofisticación.

Las medidas de política informática brasileña no son coherentes con las medidas de política macroeconómica que buscan atraer tecnología e inversiones extranjeras y que tienen como meta orientar a la economía hacia la exportación. Por otro lado, como se señaló antes, el plan informático brasileño corre el riesgo

de marginar gradualmente al sector electrónico del resto del mundo y de los avances logrados a nivel internacional en este campo, incrementando la brecha entre los productos informáticos brasileños y los internacionales en términos de vigencia tecnológica, precio y calidad. Lo anterior puede significar un rezago no sólo en la capacidad exportadora, sino también en el proceso de adquisición de una capacidad tecnológica propia de Brasil en esta área y un freno a la modernización de la economía brasileña en su conjunto.

La industria brasileña se ha enfocado hacia la exportación en áreas de poca sofisticación tecnológica y en aquellas relacionadas con la industria militar, incluyendo la industria aeronáutica. Llama la atención el alto grado de articulación entre los objetivos de desarrollo de estas industrias y la comunidad científica y tecnológica. Brasil llegó a ser en 1984 el sexto exportador mundial en armamentos.

En la definición de las nuevas políticas tecnológicas de Israel e Inglaterra existe el objetivo común de desarrollar la capacidad exportadora en áreas de alta tecnología. En ambos casos esto presupone un reconocimiento de la creciente interdependencia de las economías a nivel internacional y de la necesidad de producir para los mercados internacionales en forma competitiva.

Aunque no hay recetas aplicables a cualquier país, del análisis de estos casos se pueden extraer dos conclusiones de índole general y que pueden servir de guía en la elaboración futura de políticas: la primera indica que las medidas de política industrial y tecnológica instrumentadas por los gobiernos nacionales son determinantes en el desarrollo de una capacidad technoindustrial. Para el logro de esta capacidad, la política tecnológica deberá ser coherente con el programa

macroeconómico de desarrollo vigente, fomentando la exportación manufacturera con un alto grado de valor agregado, el crecimiento del empleo y de la productividad. Relacionada con la anterior, la segunda sugiere que el éxito en la instrumentación de las medidas de política tecnológica está en gran medida en función del grado en que éstas se eslabonen adecuadamente con la producción industrial. Del mismo modo, las medidas de política tecnológica deben basarse en un amplio reconocimiento de la creciente interdependencia de las economías nacionales, enfocándose al logro de una mayor competitividad de la industria local en los mercados internacionales.

SEGUNDA PARTE

CAPITULO IV. LA INDUSTRIALIZACION Y LA POLITICA TECNOLOGICA EN MEXICO

TECNOLOGIA Y COMPETITIVIDAD

Como se ha apuntado reiteradamente en otros libros de la misma serie al que éste pertenece(*), el sistema económico del mundo ha dejado de ser un conjunto más o menos interdependiente de economías nacionales para transformarse en una economía global única que constituye, al mismo tiempo, un solo gran mercado y un único espacio para la producción. Es así que, de modo creciente, las actividades productivas, comerciales y financieras de las empresas más exitosas se distribuyen de manera directa o indirecta a lo largo de todo el orbe. En este contexto, el éxito o fracaso económico de empresas, industrias, países y aun de regiones enteras depende mucho de la capacidad para desarrollar y/o aprovechar ventajas comparativas, particularmente las conocidas como "dinámicas" o "creadas".

En el pasado, por ventaja comparativa se tendía a entender cualquier circunstancia o condición de índole geográfica o física que podía favorecer a un país en relación a los demás en algún aspecto referente a producción o comercio. Ejemplos típicos de estas ventajas naturales o "estáticas" son la proximidad a

(*) La conversión industrial en México, México ante la Cuenca del Pacífico, Hacia una nueva política industrial y El reto de la globalización para la industria mexicana.

mercados y las dotaciones de recursos naturales. Las experiencias históricas recientes muestran que en el caso de países como Japón, Corea del Sur y Singapur –quienes han logrado una inserción exitosa a los circuitos comerciales más representativos del mundo–, mucho más importante que el usufructo de las ventajas "estáticas" o naturales, ha sido el desarrollo y el aprovechamiento de ventajas creadas o "dinámicas" que han respondido a un propósito preconcebido y a un esfuerzo eficaz orientado hacia su generación y explotación, emprendido concertadamente por los sectores público y privado.

La habilidad para importar y adaptar eficientemente tecnología extranjera, la presencia en cantidad suficiente de ingenieros y técnicos verdaderamente competentes, la disposición de mano de obra adiestrada para tomar parte en procesos productivos que incorporen tecnología moderna, la capacidad para generar tecnología competitiva –que permita explotar eficientemente los recursos naturales propios– y el liderazgo tecnológico en campos bien definidos, constituyen ventajas comparativas probadamente decisivas dentro de la competencia en el contexto del mercado global. México carece en lo general de todas estas ventajas cruciales y, ello no obstante, ha iniciado de manera irreversible el proceso de apertura económica. Es claro que esto implica la necesidad de profundos cambios y de orientaciones completamente nuevas tanto en las actitudes y actividades de las empresas nacionales como en lo referente a la política gubernamental.

El país emprende su proceso de ajuste y renovación industrial con décadas de retraso en relación a otros, lo cual lo coloca en evidente desventaja con respecto a éstos. En el seno de este mal, sin embargo, anida un aspecto positivo importante: las experiencias, positivas y negativas, de otras naciones se

encuentran a nuestra disposición para extraer de ellas lecciones aprovechables. Es decir, bajo el supuesto de un propósito y de un proyecto estratégico asumidos y compartidos por el sector público, los centros de investigación y desarrollo tecnológico y las empresas, será posible recorrer el camino hacia la generación y el empleo de tecnología competitiva en un tiempo menor al de los países que abrieron las brechas en estos aspectos.

El modelo de industrialización que, en los hechos, México siguió, determinó en gran medida la forma en la que se desarrolló la actividad científica y tecnológica en el país. Este modelo constituye la explicación fundamental de las actuales carencias y retrasos en materia de ciencia y tecnología. Por ello, antes de proceder a proponer líneas de acción para ser emprendidas en el futuro, convendrá repasar brevemente el proceso de industrialización seguido en el país, así como lo hasta ahora realizado en materia de política científica y tecnológica. De esta manera, se podrá disponer de una explicación adecuada de la situación presente y, conociendo los errores cometidos en el pasado, será posible evitarlos en el futuro y generar propuestas fundadas en cuanto a lo que deberá emprenderse. Dado que ciertos indicadores (actividad maquiladora, importaciones temporales y comercio exterior de manufacturas) parecerían demostrar que, de alguna manera, México se está incorporando a los circuitos globales de comercio, resultará pertinente también analizar su comportamiento. En los apartados restantes del presente capítulo se abordan estos asuntos.

EL PROCESO DE INDUSTRIALIZACION EN MEXICO.....

Desde el inicio del periodo posrevolucionario se ha encontrado vigente en nuestro país el objetivo de construir una gran industria que corresponda a la

extensión del territorio nacional, a su excelente dotación de recursos naturales y al tamaño de la población. Durante la década de los años treinta el gobierno realizó importantes obras de infraestructura e incluso concesionó la realización de otras a empresas particulares. La industrialización del país propiamente dicha se inició, sin embargo, debido a una especie de error histórico. En efecto, el ingreso de Estados Unidos a la Segunda Guerra Mundial en 1941 obligó a aquel país a orientar la totalidad de sus capacidades productivas al apoyo del esfuerzo bélico, lo que generó como consecuencia para México la necesidad apremiante de fabricar mucho de lo que antes se importaba y que ya no se encontraba disponible, por una parte, y un conjunto de oportunidades antes inexistentes, por otra.

A partir de la terminación de la guerra, pero sobre todo desde la década de los años sesenta, se optó por una política de sustitución de importaciones bajo una cubierta de proteccionismo indiscriminado en favor del cual se esgrimía el argumento de que se tenía una industria "infantil" que requería de esa protección para poder desarrollarse cabalmente. Tal desarrollo, sin embargo, jamás fue planeado ni exigido y la industria "infantil", lejos de desarrollarse a la par que la de otras naciones que iniciaban o reiniciaban el proceso a partir de condiciones que en muchos aspectos eran más adversas que las nuestras, fue manifestando niveles de calidad, productividad y tecnología cada vez más bajos en relación con los de los países más exitosos en su incorporación a los circuitos de producción, comercio y transferencia tecnológica globales.

Las causas del atraso son diversas aunque interrelacionadas. En primer término es necesario apuntar que la industria nacional careció de estímulos e incentivos para desarrollarse. De hecho ocurrió lo contrario: la ineficiencia fue

premiada, con cargo al consumidor nacional cautivo, ya que su costo fue reflejado en el precio de los productos finales, con cuantiosos márgenes de utilidades para el productor, quien no se veía en la necesidad de absorber dicho costo. ¿Para qué incurrir en los costos adicionales que implicaría un mayor nivel de calidad, el empleo de tecnología más avanzada o una mejor capacitación de la mano de obra si el único efecto que ello tendría sería el de disminuir la rentabilidad de la empresa? Y, de igual manera, ¿para qué realizar esfuerzo alguno para exportar, cuando ello obligaría a incrementar calidad y a disminuir precios? Lo sucedido es lo naturalmente esperable en un contexto privilegiado por la ausencia de una verdadera competencia cuyo efecto habría sido el de presionar en favor de la mayor calidad al menor precio posibles, lo cual a su vez habría implicado la necesidad de incorporar desarrollos tecnológicos verdaderamente modernos.

En segundo lugar, el país careció de una auténtica política industrial que diera lugar a un proceso de industrialización coherente, previamente anticipado, con un alcance de largo plazo constituido por etapas de duraciones previstas y que desembocara en una planta industrial moderna y competitiva en el contexto de la economía global. Las decisiones gubernamentales en materia industrial fueron tomadas por lo general con base en criterios de naturaleza burocrática y con una visión de corto plazo. En un tiempo se empleó con éxito la inversión pública como instrumento para incentivar y orientar a la de carácter privado, pero poco a poco la proliferación de entidades, instituciones y programas burocráticos fue dificultando la consolidación de una planta industrial adecuada. La mayor parte de estas entidades y de estos programas buscaban dar respuestas circunstanciales a manifestaciones coyunturales de problemas de fondo. Eventualmente, esta tendencia llegó a su culminación con la generación o adquisición por parte del gobierno de una enorme cantidad de empresas de muy

diversa naturaleza y con la proliferación de innumerables fideicomisos e instituciones de todo tipo que, supuestamente, se orientaban a la atención y solución de problemas específicos pero que, como hoy vemos con claridad, fueron meros paliativos surgidos ante la carencia de una concepción clara de la estructura requerida por el país.

La estrategia de sustitución de importaciones, vigente por espacio de cuarenta años aproximadamente, en combinación con los largos periodos de estabilidad cambiaria disfrutados durante ese periodo, implicaron una dependencia casi total del exterior en materia de tecnología y su falta de adaptación al proceso productivo. En esas condiciones, las relaciones costo-beneficio y los márgenes de utilidades entonces vigentes derivados de las restricciones no arancelarias a las importaciones y de las protecciones arancelarias establecidas, hacían de la transferencia de tecnología un procedimiento ordinario y muy costeable. La transferencia tecnológica estaba también implícita en las inversiones extranjeras directas orientadas a la producción de bienes manufacturados en nuestro país. Es así que en México se dio un proceso de industrialización sin una tecnologización propia.

Al finalizar la década de los sesenta, la ciencia y la tecnología se caracterizaban por la existencia de una comunidad científica y tecnológica poco desarrollada y poco apoyada. El gasto en investigación y desarrollo presentaba niveles muy bajos. El gobierno no reconocía la importancia de la ciencia y la tecnología y mostraba una concepción lineal de su desarrollo: mantenía el supuesto de que, al aumentar el número de investigadores y los recursos para investigación, sería posible crear una capacidad científica propia y que ésta llevaría, automáticamente, hacia el desarrollo e innovación tecnológica.

Por otro lado, el sector privado se había mantenido al margen de los esfuerzos para desarrollar las actividades en ciencia y tecnología. En general, era indiferente a las innovaciones locales y no presentaba una demanda real para su realización ya que prefería adquirir la tecnología en el exterior, reduciendo de esta manera el riesgo de emplear tecnología local que no había sido anteriormente probada.

A principios de los años setenta, el panorama se modificó y surgió un planteamiento sobre la necesidad, si no de formular una política científica y tecnológica, sí por lo menos de definir prioridades al respecto. Los esfuerzos comenzaron a consolidarse y se aceleraron los intentos de institucionalización de la investigación. Estos esfuerzos para promover el desarrollo científico y tecnológico aún se encuentran en una fase incipiente y no han sido capaces de generar una correcta institucionalización de los procesos de desarrollo tecnológico. Los intentos en favor de una política nacional en materia de ciencia y tecnología han constituido reacciones tardías a los problemas antes apuntados. Más adelante, en este mismo capítulo, será retomado este asunto.

Es importante tener en consideración que a lo largo de las décadas de los años cincuenta y sesenta se dio una coincidencia de posiciones mutuamente reforzantes en materia de política económica y comercial entre el gobierno y el sector privado. Sólo hasta ya iniciada la década de los setenta comenzó a cambiar esta situación debido a la reconceptualización efectuada durante los periodos presidenciales de Echeverría y López Portillo acerca del papel que debía jugar el gobierno en la economía. Esta reconceptualización se evidenció de manera particularmente dramática en la expropiación de la banca privada

acaecida en 1982. Con todo, ha sido hasta el sexenio del licenciado De la Madrid cuando se han alterado de manera sustancial las condiciones en las que habían venido operando las empresas mexicanas debido a la decisión tardía, inevitable e irreversible en favor de la apertura económica.

.....Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO

Las consecuencias del proceso de industrialización en materia de desarrollo tecnológico han sido muchas, pero las principales pueden agruparse bajo los rubros de ausencia de demanda, con el consecuente dominio de criterios establecidos por la oferta, y dependencia, con el consiguiente atraso tecnológico y económico.

Ausencia de demanda y dominio de criterios de la oferta

Como ha sido ya apuntado, a lo largo de las décadas recientes las empresas mexicanas carecieron por lo general de estímulos para intentar efectuar desarrollos tecnológicos e incluso para aprovechar la tecnología más eficiente que pudieran obtener. A consecuencia de esto, no crearon una demanda doméstica significativa para la generación de tecnología, siendo así que los centros de investigación nacionales no dispusieron de indicaciones relativas a la orientación que debían dar a sus programas a efecto de prestar una efectiva contribución al desarrollo del país.

En virtud de lo anterior, los criterios empleados para la generación de conocimientos en los centros de investigación en México, así como las políticas que se han establecido en materia de tecnología, han surgido fundamentalmente

de la comunidad científico-académica, con la consecuencia de que dichos centros han dado lugar, las más de las veces, a productos poco aprovechables por la industria, cerrándose de esta manera un verdadero círculo vicioso. Debe señalarse, sin embargo, que aunque éste ha sido con mucho el caso general, ha habido notables excepciones entre las que destacan particularmente los casos del Instituto Mexicano del Petróleo, del Instituto de Investigaciones Eléctricas y del Instituto de Ingeniería (UNAM). En todos estos casos el centro de investigación y desarrollo tecnológico en cuestión fue creado con el explícito propósito de satisfacer las demandas en materia de conocimientos y tecnología de una industria específica. Sin embargo y aun en estos casos, las respuestas han tendido a ser más bien tardías. El Instituto Mexicano del Petróleo, por ejemplo, fue establecido en 1966, casi veinte años después de la nacionalización de la industria petrolera, acontecimiento que podría haber sido entendido como generador de una necesidad para el desarrollo de tecnología propia, con el fin de reducir la dependencia frente a empresas y proveedores externos.

Dependencia, transferencia y atraso

Dado el círculo vicioso expuesto en los párrafos anteriores, fue natural que la industria nacional importara la tecnología que requería para sus procesos productivos. Esta transferencia que, como es bien sabido, se ha efectuado a cambio de otra transferencia –la de divisas al exterior por concepto de pago de regalías–, no se ha llevado a cabo con un proceso previo de selección, con el desarrollo paralelo de una infraestructura que sirviera de fundamento para el aprendizaje y la capacitación, ni con mayor preocupación por la difusión de los conocimientos incorporados. La tecnología importada, además, no ha estado sujeta a un proceso de adaptación interna y, por lo tanto, no se ha logrado un

aprovechamiento verdaderamente eficiente de la misma, aprovechamiento que no ha sido hasta ahora un factor crucial para el éxito de las empresas debido a la falta de competencia.

En adición a lo anterior, es necesario reconocer que la dependencia tecnológica frente al exterior y los modos concretos en los que se ha llevado a cabo el proceso de transferencia de tecnología han inhibido nuestro desarrollo por muchos otros motivos, entre los que cabe señalar los siguientes:

- con frecuencia se ha importado tecnología probada en otros países con circunstancias muy distintas a las nuestras y que, debido a la ausencia de procesos de adaptación interna, no ha respondido adecuadamente a los requerimientos de nuestra industria;
- debido a razones de competencia y de respeto a derechos de propiedad, la tecnología transferida a nuestro país no ha sido, por lo general, ni la más moderna ni la más eficiente, originándose así un importante atraso en la materia;
- la transferencia eficiente de tecnología ha sido dificultada, sobre todo en el caso de la pequeña y mediana industria, por un enorme conjunto de regulaciones burocráticas de carácter discrecional y discriminatorio hacia el pequeño capital.

MEXICO Y LA GLOBALIZACION DE LA ECONOMIA

En los años recientes ha sido posible observar algunos cambios significativos en la estructura y en el comportamiento de la planta productiva

nacional que parecerían indicar que, de alguna manera, nuestro país sí está participando en el proceso de la globalización de la economía. Estos cambios se aprecian particularmente en el desarrollo de la actividad maquiladora, en el uso y el destino de las importaciones y en el comercio exterior de manufacturas. Conviene, por lo tanto, examinar brevemente estos aspectos de la actividad económica a efecto de establecer en qué grado y de qué manera nuestro país se está insertando en los circuitos internacionales de producción y comercio.

Maquiladoras

El crecimiento impresionante de la industria maquiladora de exportación está a la vista. Este se refleja en todos los indicadores que se refieren a la industria en sí, como se aprecia en las siguientes gráficas:

Es indudable que este crecimiento manifiesta un tipo de incorporación a cadenas de producción y comercialización de tipo global logrado a partir del aprovechamiento de las ventajas comparativas que constituyen tanto el precio de la mano de obra en nuestro país –que resulta ser una fracción de los vigentes en los países industrializados– como de la cercanía con Estados Unidos. Este crecimiento cuantitativo, sin embargo, no se ha visto acompañado por una evolución cualitativa de la industria hacia una cada vez más integrada con el resto del aparato productivo nacional.

En el periodo 1975-1987, el uso de insumos nacionales por parte de la industria maquiladora ha representado un porcentaje muy bajo con respecto al total de insumos. En promedio, sólo el 1.48 por ciento de los insumos de la industria son nacionales; únicamente en tres ocasiones (1976, 1980 y 1987) ese

indicador se ha establecido por encima de su promedio. En el año 1987, apenas el 1.5 por ciento de los insumos utilizados por la industria maquiladora fue de origen nacional.

La misma desvinculación se aprecia al observar que a lo largo de los últimos trece años alrededor del 90 por ciento de los establecimientos se han ubicado en la frontera norte y que dicha proporción se ha mantenido prácticamente sin variaciones significativas a lo largo de todo el periodo.

Además, la industria maquiladora sigue siendo muy intensiva en el uso de mano de obra no calificada. En 1975, el 86 por ciento del personal ocupado en las maquiladoras eran obreros no calificados; para 1987, ese porcentaje había descendido apenas al 81 por ciento, lo que representa un cambio muy poco significativo si se toma en cuenta que el peso específico de la mano de obra no calificada en la composición de los costos de producción tiende en todo el mundo a disminuir, debido a la importancia creciente del componente tecnológico.

Es así que la inserción a los sistemas de producción compartida lograda para nuestro país gracias a la industria maquiladora ha generado algunos importantes beneficios de orden cuantitativo (creación de empleos y procuramiento de divisas, por ejemplo), pero ha tenido un efecto casi despreciable sobre la industria nacional en conjunto en aspectos cualitativos cruciales tales como difusión y asimilación de tecnología de punta y desviación significativa de los niveles de capacitación de la mano de obra. Por lo demás, como acaba de ser señalado, la industria maquiladora de exportación en nuestro país perderá su razón de ser en la medida en que el costo de la mano de obra no resulte un factor de costo significativo y también en la que el nivel de salarios vigente

domésticamente se aproxime al de los países industrializados.

Las maquiladoras pueden constituir un magnífico instrumento para la exitosa incorporación de un país al mercado global, como queda ilustrado particularmente por el caso de Corea del Sur. Sin embargo, el aprovechamiento de su potencial más significativo en este sentido radica en la dirección de su gradual integración al resto del aparato productivo nacional y en esto no se aprecia prácticamente avance alguno pese a que los primeros establecimientos de este tipo datan de la primera mitad de la década de los años sesenta.

Importaciones temporales

En la segunda mitad de la década de los años setenta, durante el periodo presidencial del licenciado López Portillo, se efectuó un intento de profundización en la sustitución de importaciones, particularmente en lo referente a bienes de capital y de promoción de las exportaciones. Para apoyar este segundo propósito, se liberalizó la importación de insumos siempre y cuando los productos finales fuesen destinados, en una proporción significativa, a la exportación.

Al analizar las importaciones totales de los últimos cinco años, es posible apreciar un comportamiento errático que oculta un elemento de enorme dinamismo. Pero al dividir las importaciones en temporales y definitivas, se observa claramente que dicha inestabilidad radica en el comportamiento de las primeras, puesto que las importaciones temporales se han incrementado de forma sostenida y sustancial.

Es posible observar el incremento de las importaciones temporales de

manera más dramática aún, si se analiza el crecimiento de las importaciones en forma desagregada. En los últimos años, las importaciones temporales no sólo se han incrementado de manera acelerada, sino que incluso han pasado a ser, en gran medida, las determinantes del crecimiento de las importaciones totales: para el periodo 1986-1987, las importaciones temporales crecieron formidablemente y, a pesar de la clara caída en las importaciones definitivas, lograron hacer que las totales aumentaran también.

Ciertamente las gráficas anteriores muestran un muy significativo crecimiento de las importaciones temporales en los años recientes, tanto en términos absolutos como relativos. Baste con señalar que de 1986 a 1987 se incrementaron en 54 por ciento; y entre 1985 a 1986 –periodo en el que el monto total de las importaciones decreció en más del 13 por ciento– las temporales crecieron en 43 por ciento. Asimismo, en tanto que en 1983 la relación entre importaciones temporales y definitivas era de 1 a 9, cuatro años más tarde, en 1987, esta relación era de 1 a 3.

Como es natural suponer, dada la finalidad de las importaciones temporales, los bienes intermedios representan la mayor proporción de las mismas y constituyen además el renglón de mayor crecimiento dentro de éstas.

Aunque es claro que tanto el crecimiento observado en las importaciones temporales como la estructura de las mismas, en términos del tipo de bien, apuntan hacia una creciente incorporación de México en los circuitos comerciales globales, es necesario reconocer que estos indicadores tienen algunas importantes limitaciones. En primer lugar, las exportaciones de las empresas que realizan este tipo de importaciones suelen ser menores que estas últimas. En

segundo término se encuentra el hecho –destacado entre otros por Unger (1)– de que este tipo de importaciones se ha concentrado en empresas filiales de compañías extranjeras transnacionales, lo que hace pensar una vez más que el capital nacional no ha sido aún significativamente orientado hacia la generación de productos destinados a la participación en el mercado global.

Comercio exterior de manufacturas

Las exportaciones manufactureras han mostrado un comportamiento sumamente dinámico, especialmente en los últimos dos años; sin embargo, la composición de éstas, en términos de tipo de bien, ha variado de manera insignificante. Es decir, la composición del comercio exterior del sector manufacturero de México no se ha modificado sustancialmente a lo largo de los últimos años, pese a la intención de promover las exportaciones y de lograr una adecuada incorporación en el campo de la competencia internacional.

Lo mismo parece ser cierto para las importaciones manufactureras, las cuales muestran un comportamiento menos estable, pero en el que su composición se conserva sin cambios importantes.

Es posible observar algunas tendencias interesantes: en los últimos dos años las exportaciones de los bienes de consumo han sido las más dinámicas, aunque el comportamiento del total se determina, en gran medida, por el de los bienes intermedios.

En el caso de las importaciones, es claro que los bienes intermedios han

determinado en gran medida su comportamiento.

En este sentido, aunque las exportaciones de bienes intermedios ocupan una proporción muy importante, 64 por ciento en 1987, éstas han ido disminuyendo conforme los bienes de consumo adquieren una mayor participación. En cambio, en las importaciones, los bienes de uso intermedio están adquiriendo un papel cada vez más relevante, llegando a representar casi el 70 por ciento en 1987.

Por otro lado, los bienes de capital han mantenido el mismo nivel de participación en las exportaciones, mientras que en las importaciones ha disminuido su peso específico. La reducción de las importaciones de bienes de capital puede constituir un indicador de un incremento en el nivel de la capacidad tecnológica del país. Sin embargo, a través de este indicador no es posible observar el grado de integración tecnológica en el aparato productivo de las importaciones de bienes de capital ni las características tecnológicas de las mismas. Además, aunque estas importaciones no son fácilmente sustituibles, sí son muy sensibles a variaciones como las del tipo de cambio o tasas de interés.

La tendencia creciente de las importaciones de bienes intermedios puede responder a una necesidad de tipo tecnológico y reflejar el comportamiento de ciertos procesos de producción, procesos que, en este caso, necesitan de productos importados. La creciente importación de estos bienes puede sugerir un atraso tecnológico en procesos en los que no se utilizan insumos locales.

Si bien es cierto que las exportaciones manufactureras están mostrando un crecimiento –16 y 36 por ciento en 1986 y 1987 respectivamente– y que incluso

están sustituyendo el papel de las exportaciones petroleras y los ingresos por turismo, dicho crecimiento no significa necesariamente que México esté logrando promover adecuadamente sus exportaciones e integrarse a las corrientes económicas internacionales. Existen otros factores que han influido positivamente para que este sector muestre cierto dinamismo en el exterior. Un importante estudio del Banco de México (2) compara las fuentes del crecimiento de las exportaciones de México, Brasil, Corea, Taiwán y Singapur. Los resultados del análisis (análisis de participación constante de los mercados) revelan que el crecimiento de las exportaciones no petroleras de México en el periodo 1970-1984 se debe en un 50 por ciento a la expansión del comercio mundial y en un 44 por ciento a la concentración en mercados de mayor expansión. Por otro lado, existe un 9 por ciento de aumento del comercio asociado a una concentración de las exportaciones en productos con mayor dinamismo de la demanda, mientras que el factor competitividad ha influido negativamente en el crecimiento de las exportaciones no petroleras de México. Estos resultados contrastan significativamente con los que presentan los países asiáticos de la Cuenca del Pacífico y Brasil, puesto que el crecimiento de sus exportaciones se debe en gran medida al aumento de sus competitividad.

FUENTES DE CRECIMIENTO DE LAS EXPORTACIONES NO PETROLERAS

DISTRIBUCION PORCENTUAL, 1970-1980.

	MEXICO	BRASIL	COREA	TAIWAN	SINGAPUR
EXPANSION DEL COMERCIO MUNDIAL	50.0	51.6	6.6	12.6	10.5
COMPOSICION POR PRODUCTOS	9.0	-13.9	1.9	4.1	4.5
DISTRIBUCION DE MERCADOS	44.6	19.8	6.2	10.4	13.5
COMPETITIVIDAD	-3.6	42.5	85.3	72.9	71.5
T O T A L	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

FUENTE: IV-D

A diferencia de estos países, las exportaciones de México han dependido del crecimiento del comercio mundial, de su concentración en mercados cuya demanda es muy dinámica y en menor medida de la elección de productos para la exportación. En cambio, el nivel de competitividad constituye un factor negativo en las exportaciones mexicanas, mientras que en los demás países no sólo es un factor positivo, sino determinante (para Corea el 85 por ciento del crecimiento de sus exportaciones ha dependido de su competitividad).

El factor competitividad (medido en el estudio de Cervantes y Galicia como

un factor residual) refleja en gran medida las políticas y el ambiente de fomento a las exportaciones en cada país, así como el uso que se hace de los diversos recursos y factores, y dentro de esto, el de la tecnología.

Tanto la necesidad de aumentar la integración de los insumos nacionales a la industria maquiladora de exportación, la integración de esta misma con el sector productivo nacional y la debilidad de las importaciones temporales –en cuanto que son menores al nivel de la exportación– como el comportamiento del comercio exterior del sector manufacturero nacional, la dependencia de importaciones de bienes de capital y la creciente importación de bienes intermedios, ponen de manifiesto que la apertura económica y el intento de incorporación de México al proceso de globalización de la economía mundial requieren todavía de esfuerzos mayores para aumentar la competitividad del sector productivo de México y conseguir resultados exitosos. Es indudable que uno de estos esfuerzos debe ser en la línea de la creación y el desarrollo de una capacidad tecnológica adecuada.

LOS INTENTOS GUBERNAMENTALES EN MATERIA DE POLITICA CIENTIFICA Y TECNOLOGICA

La falta de incentivos para que las empresas demandaran tecnología competitiva y la no generación de productos tecnológicos aprovechables por el sistema productivo son las características que, en términos tecnológicos, constituyeron el círculo vicioso al que dio lugar el modelo de desarrollo seguido por nuestro país. Este círculo se vio reforzado por el hecho de que el gobierno consideraba que la oferta tecnológica local necesariamente provocaría el surgimiento de su propia demanda. El dominio de los criterios de oferta sobre los

de demanda en los programas y políticas de ciencia y tecnología anulaban el establecimiento de un verdadero mercado local de tecnología. La oferta tecnológica desarrollada por los centros de investigación y de educación superior era identificada, en gran medida, como el medio por el cual se alcanzaría la autodeterminación tecnológica. Sin embargo, los intentos de política científica y tecnológica no plantearon la necesidad de utilizar también criterios de demanda, a través de la vinculación con el sistema productivo, para la creación de una verdadera capacidad tecnológica local, capacidad que permitiera una selección más adecuada de la tecnología adquirida, su adaptación y asimilación, así como su posterior difusión y desarrollo.

Por lo tanto, las limitaciones de la demanda tecnológica, la falta de una transferencia tecnológica selectiva y no incorporada y la ausencia de capacitación para adaptar y asimilar dichas transferencias, no fueron las únicas determinantes del atraso para constituir una capacidad tecnológica. También la oferta tecnológica generada por las políticas del sector público ha sido, y continúa siendo, una oferta no competitiva en relación con la tecnología extranjera: los costos inherentes al uso de tecnología no probada eran sumamente altos, existía una falta de control de calidad y de una evaluación de la tecnología de origen local, así como una inseguridad en el tiempo de entrega. Las políticas y programas gubernamentales no consideraron estos criterios de la demanda potencial de tecnología, lo que manifiesta su desvinculación con el sector productivo.

Sin embargo, en estos momentos y a partir de los cambios de la economía mexicana –su decisión en favor de la apertura económica y la irreversible incorporación del país al proceso de globalización internacional–, surge la

necesidad de cambiar la orientación del desarrollo tecnológico y convertir a la oferta tecnológica local en una competitiva y en el factor que provea a las industrias y empresas de la capacidad para competir.

Planes y programas en ciencia y tecnología

A mediados de los años sesenta, surgió en México el interés por revisar las condiciones del momento y delinear la política futura en materia de ciencia y tecnología. La iniciativa provino de los grupos científicos básicos de las dos universidades principales, a los que pronto se unieron economistas, sociólogos y otros interesados en las cuestiones de política general. Sin embargo, sólo a partir de los años setenta, se dejó sentir una preocupación y una tendencia creciente a que el gobierno dedicara actividades específicas hacia la orientación de la investigación científica y del desarrollo tecnológico.

El resultado de dicha preocupación se dio en 1970, año en el que se crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). El Consejo se constituyó como un organismo gubernamental descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propios, y cuya responsabilidad era la formulación de la política científica y tecnológica. El establecimiento del CONACYT coincidió con el reconocimiento mundial de la importancia de la ciencia y la tecnología y su interrelación con el desarrollo económico, y representó un intento de estructuración orgánica del creciente número de instancias dedicadas a la investigación científica y desarrollo tecnológico.

Las tareas del CONACYT emprendidas a partir de 1971 no se limitaban a

intentar elaborar una política nacional de ciencia y tecnología. Tenían como objetivo formular iniciativas y medidas tendientes a fortalecer la infraestructura científica y tecnológica en lo concerniente a difusión y divulgación, información, estadística, informática, importación de equipos e instrumentos y normas técnicas. Sin embargo, las responsabilidades y ejecuciones del CONACYT carecieron de un carácter uniforme, debido básicamente a la ausencia de un marco general de referencia, lo que agudizó la falta de precisión en las prioridades del problema científico y tecnológico de México.

A partir de la percepción de la falta de uniformidad en las actividades del CONACYT, se realizaron intentos para establecer una metodología que diera cierta racionalidad a sus funciones. De esta manera surgieron los planes indicativos que el CONACYT debía establecer y manejar. Entre 1973 y 1976 se diseñaron y pusieron en marcha 13 planes indicativos para diferentes ramas industriales. A través de ellos, se deseaba vincular el esfuerzo de la investigación con los objetivos nacionales de desarrollo económico y social. Sin embargo, estos intentos por orientar la investigación no estaban suficientemente coordinados entre sí y no se estableció a través de ellos un sistema de planeación. El objetivo de los planes indicativos no era planificar, sino dar una orientación para la formulación de una política tecnológica.

La falta de planeación y la intención de orientar únicamente, se debieron en cierta medida a la crítica, por parte de los investigadores y científicos, sobre la intervención gubernamental en la determinación de su agenda de investigación. Afirmaban contundentemente que no era adecuado y que no correspondía al carácter de la ciencia la intromisión en las decisiones de investigación. Había que preservar la autonomía de la investigación a toda costa. Por otro lado, la rigidez

del aparato administrativo imponía graves limitaciones que constituían obstáculos a las labores de coordinación. Asimismo, la falta de definición de objetivos y criterios generales que dieran cierta articulación entre una política científica y tecnológica con la política general de desarrollo, redujeron la eficiencia de las actividades en las que CONACYT tenía una función ejecutiva. Todo lo anterior dio como resultado un conjunto aislado de esfuerzos hacia la generación de una oferta científica y tecnológica, sin una adecuada evaluación de su posible aprovechamiento y por lo tanto sin una estructuración con los problemas del sector productivo del país.

Hacia 1976, CONACYT presentó el Plan Nacional Indicativo de Ciencia y Tecnología. Fueron necesarios dos años de esfuerzo para que surgiera el marco conceptual que reflejara la situación de la ciencia y la tecnología en el país y para formular un diagnóstico relativamente exacto de las relaciones entre las actividades científicas y tecnológicas con la educación y el sistema productivo. Este Plan fue únicamente indicativo y tenía la intención de servir como marco de referencia general para las acciones del CONACYT y para realizar una programación presupuestaria.

El principal aporte del Plan fue el diagnóstico de la situación que prevalecía con respecto a los problemas del desarrollo de la ciencia y la tecnología del país. Principalmente había un grave desconocimiento de las relaciones entre ciencia y tecnología con el desarrollo y del porqué era necesaria una política de ciencia y tecnología; tanto la dependencia exagerada e inconveniente de la tecnología del exterior como las actividades de investigación y desarrollo imitativas (no adaptativas) se hacían cada vez más evidentes; los recursos financieros y humanos eran insuficientes y estos últimos no habían logrado establecer una

masa crítica de investigadores. Por otro lado, existía una elevada concentración geográfica e institucional de la ciencia y tecnología y su desarrollo era poco armónico. Consecuentemente, se descuidaban áreas de investigación relevantes para el desarrollo industrial. Finalmente, no existían vínculos permanentes entre la investigación y los sistemas educativo y productivo.

A partir del diagnóstico de la situación científica y tecnológica en México, el Plan presentaba los objetivos y los lineamientos de la política de investigación científica y desarrollo tecnológico. Por un lado, los objetivos eran: el desarrollo científico, la autonomía cultural y la autodeterminación tecnológica. Los lineamientos estaban orientados hacia la solución de los problemas de las actividades de investigación, de infraestructura y de formación de recursos humanos. Asimismo, se dirigían hacia la institucionalización de la planeación y la evaluación en materia de ciencia y tecnología. Estos se enfocaban también hacia la vinculación entre programación a nivel de instituciones y la formulación anual del presupuesto de ciencia y tecnología, definiendo el papel del CONACYT en la programación y ejecución de actividades del sistema científico y tecnológico nacional.

El mismo Plan señalaba sus grandes limitaciones: por un lado, había sido elaborado en ausencia de una estrategia nacional de desarrollo. No consideraba a las políticas fiscal, educativa, de comercio, de empleo ni las prioridades del sector privado como instrumentos para crear una capacidad tecnológica y acelerar el desarrollo científico. Esto hubiera implicado numerosos ajustes, en términos operativos, de los instrumentos de las políticas de otros sectores. Por otro lado, el Plan era solamente la primera fase de un ejercicio a largo plazo. Estas limitaciones impedían la contribución del sistema nacional de ciencia y tecnología

al desarrollo del país, además de que las prioridades de investigación estaban en función de los problemas detectados por el diagnóstico, sin una previa consideración de los mercados.

El Plan Indicativo de Ciencia y Tecnología se vio detenido en el desarrollo de sus objetivos, ya que salió a la luz en momentos de cambio político. No fue sino hasta 1978 cuando se volvió a realizar un intento por poner en marcha una política científica y tecnológica. El resultado de este esfuerzo fue el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología 1978-1982. Sin embargo, éste tuvo muy poco que ver con los trabajos de planeación emprendidos con anterioridad. Por otro lado, tenía todas las características de un directorio de proyectos de investigación.

El Programa trató de fomentar la investigación y desarrollo y canalizar recursos hacia instituciones académicas y centros de investigación con la convicción de generar, de esta manera, una capacidad científica y tecnológica. Sin embargo, estos esfuerzos fueron insuficientes y presentaron graves problemas: daban un gran peso al sector público en el desarrollo de la ciencia y la tecnología y, por lo tanto, no consideraban las necesidades reales y potenciales del sector privado. Asimismo, no presentaban una clara coordinación entre los proyectos de investigación recopilados ni entre los objetivos de largo plazo. De esta manera, el programa no incorporaba la política científica y tecnológica a un esquema global de desarrollo, mientras que el conjunto de esfuerzos se avocaba a la creación de una oferta tecnológica, sin evaluar sus posibles contribuciones y sin tomar en cuenta la importancia de su vinculación con el aparato productivo. Durante estos años se sintió un desinterés real por promover la ciencia y tecnología en México. Este desinterés se hizo evidente en el Plan Global de Desarrollo 1980-1982, puesto que éste no incluyó, entre los puntos básicos de la

estrategia de desarrollo, el fomento de la capacidad científica y tecnológica.

Apenas pasaron seis años después del Programa y a partir del Plan Nacional de Desarrollo 1982-1988, cuando apareció el Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico (en ese orden) para el periodo 1984-1988. Este presentaba como propósito fundamental la generación de enlaces entre la investigación científica y el desarrollo tecnológico con la actividad económica. De esta manera, intentaba relacionar las actividades de investigación y desarrollo experimental con situaciones y cambios sociales y económicos. El Programa destacaba el papel central de la ciencia y la tecnología en el proceso de desarrollo y señalaba los nexos ciencia-tecnología-producción. De esta manera tenía la intención de gestar enlaces entre la innovación y la actividad macroeconómica, lo que sin duda constituyó un paso muy atinado. En este sentido, uno de los cambios más significativos fue el avance hacia una conceptualización más compleja del proceso de desarrollo tecnológico, en la cual la importación de tecnología, la demanda de conocimientos científicos y técnicos y la estructura del aparato productivo desempeñaban un papel importante al lado de la investigación científica y del desarrollo tecnológico.

El Programa reiteraba la dependencia científica global y de servicios tecnológicos, en particular. Reconocía que, debido al ritmo pausado e irregular de las innovaciones, la brecha tecnológica es más acentuada y más difícil de cerrar que incluso la brecha comercial externa. Esto iba de la mano con una crítica a la política económica practicada hacia fines de los años setenta: la sobrevaluación continua del tipo de cambio y la rigidez de la planta industrial habían distorsionado la demanda y la oferta científica y tecnológica. Reconocía, por un lado, que el ritmo de las innovaciones está íntimamente relacionado con la dinámica

poblacional y con la evolución de los sistemas educativos. Por otra parte, que la debilidad en el sector de bienes de capital detiene la extensión de cadenas productivas. Aunque el gasto en ciencia y tecnología había aumentado, afirmaba que todavía no era suficiente y que presentaba un alto nivel de concentración.

Después de examinar el sistema de investigación, el Programa atendía problemas sectoriales y exponía la necesidad de un criterio intersectorial para evitar estrangulamientos que los entorpecen. Sin embargo, no parecía estar consciente de que la propagación tecnológica tiende a modificar las fronteras sectoriales y a alterar la composición de los valores agregados. Ya no es posible afirmar si una rama de actividad pertenece a tal o cual sector: una naranja puede ser, en estas circunstancias, más un producto de un proceso industrial que un resultado de la actividad agrícola.

El Programa fue débil en el señalamiento de por lo menos tres eslabonamientos: en primer lugar, aunque destacaba el papel de la ciencia y la tecnología en el desarrollo, no especificaba las relaciones entre ciencia, tecnología y producción. En segundo lugar, no aclaraba el papel de CONACYT y de su Programa en el encuadramiento institucional del sector público. Sólo hasta finales de 1984, el Congreso decretó una Ley (Ley para Coordinar y Promover el Desarrollo Científico y Tecnológico) que atenuó las deficiencias del Programa en el plano de la coordinación institucional, señalando la preeminencia de la Secretaría de Programación y Presupuesto y el papel de CONACYT como un ramal especializado de ésta. Finalmente, no señalaba una estrategia de inserción al entorno externo. En este sentido, no sugería forma alguna para aprovechar eficientemente la transferencia de tecnología del exterior a través del fomento de procesos de asimilación y adaptación.

El Programa correspondió a la situación del país en 1984 y, por su corta visión, descuidó los cambios en el sistema de investigación, la situación macroeconómica, los desequilibrios en las finanzas públicas y la ampliación del control gubernamental. Asimismo, el Programa se adecuó a las condiciones tradicionales de los mercados, tanto interno como externo, sin tomar en cuenta las características del nuevo escenario global.

Finalmente, ignoraba dos aspectos fundamentales: por un lado, la necesidad de un desarrollo regional de proyectos technoindustriales y la de una integración científica selectiva con una base internacional; y por el otro, la imposibilidad de limitarse a los ciclos políticos únicamente, dado que las etapas del desarrollo de la ciencia y la tecnología son mucho más largas. En sentido más amplio, la falta de atención a la temporalidad de la política científica y tecnológica provocó que el Programa se abstuviera de formular un planteamiento respecto a la brecha tecnológica que habrá de presentarse ante el surgimiento de las nuevas tecnologías –robótica, telemática, óptica, etcétera. Además, no realizó un esfuerzo para vincular directamente el aparato productivo con la investigación tecnológica ni para que ésta fuera debidamente apoyada por el conjunto de políticas gubernamentales.

Aunque parece que el Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico fue un avance hacia la constitución de una política de ciencia y tecnología y un intento por vincularla con el desarrollo del país, sus limitaciones han impedido la consecución de esfuerzos para relacionar directamente la creación de una capacidad científica y tecnológica con la planta productiva. La falta de criterios de demanda en la formulación del Programa ha anulado las

posibilidades de creación de una mercado de tecnología y la generación de una oferta tecnológica competitiva.

Los intentos gubernamentales en materia de ciencia y tecnología se han caracterizado por constituir una política científica y tecnológica difusa, no uniforme e incongruente con los objetivos de desarrollo del país. Ante las nuevas condiciones económicas y la decisión de incorporarse al proceso de globalización internacional, es indispensable alcanzar un verdadero reconocimiento del papel de la ciencia y tecnología en el desarrollo económico, lograr constituir una oferta tecnológica competitiva que dé impulso a la planta productiva y crear una capacidad tecnológica que constituya la base sobre la cual se logre la integración a la competencia global.

Otras medidas incidentes

Además de los intentos de política científica y tecnológica por parte del gobierno, se establecieron también otros instrumentos y mecanismos en relación a aquellos factores que influyen en investigación y desarrollo y en la generación de una capacidad científica y tecnológica. Las medidas e instrumentos que se implantaron se caracterizaron por ser regulatorios y de control. No fueron elementos de fomento y promoción de una capacidad científica y tecnológica que, de acuerdo con la demanda del sector productivo, permitiera una adecuada selección de tecnología, su adaptación y difusión y su consecuente desarrollo.

Entre los aspectos que influyen en el desarrollo científico y tecnológico, se identificaron a la transferencia de tecnología, el uso de patentes y marcas y la inversión extranjera directa. Asimismo, se determinó que las políticas financiera y

fiscal eran instrumentos que podían fomentar el desarrollo científico y tecnológico.

1.- En vista de la gran dependencia con respecto a la transferencia de tecnología y de los altos costos que ésta traía consigo, el gobierno decidió, en 1972, promulgar la Ley sobre el Registro de la Transferencia de Tecnología y el Uso y Explotación de Patentes y Marcas. Su objetivo fue regular la transferencia de tecnología y fortalecer la posición negociadora de las empresas –dada su debilidad e incapacidad para encontrar al mejor proveedor y la tecnología más adecuada. La Ley funcionó a través de un registro oficial que permitía conocer las condiciones de los contratos o convenios de concesión del uso o explotación de marcas y patentes, suministro de conocimientos técnicos, provisión de ingeniería, asistencia técnica y servicios de administración y operación de empresas.

El Registro de Transferencia de Tecnología también tenía como objetivo explorar modalidades para adaptar la tecnología importada y resolver la lentitud del aprendizaje tecnológico. El incremento del control debía imprimir mayor selectividad a la importación de tecnología conforme a las necesidades del país y ayudar a elegir con mayor tino tanto a oferentes como a técnicas para la importación de tecnología.

El Registro tuvo un impacto positivo al rechazar aquellos contratos que establecían pagos excesivos en relación con la tecnología adquirida, plazos muy largos de vigencia, limitaciones de los montos de producción o fijación de precios de venta o de reventa, estipulación de pagos injustificados y sometimiento de las controversias a tribunales o leyes del extranjero. En general, es posible afirmar que a través del Registro se logró fortalecer la capacidad de negociación de tecnología extranjera y que se logró obtener un ahorro importante de divisas. Sin

embargo, aunque se trató de reducir el tiempo para absorber la tecnología adquirida, eliminando tanto plazos excesivos de vigencia de los contratos como la prohibición de utilizar la tecnología una vez vencido el contrato, no se lograron los niveles de adaptación necesarios y suficientes puesto que no se dio un desarrollo adecuado de las capacidades de asimilación de tecnología por parte de la industria. La Ley provocó costos y complicaciones al enfrentar regulaciones discrecionales, sin criterios transparentes y explícitos, y provenientes de una burocracia no siempre eficiente para aplicar las disposiciones legales.

Dadas la velocidad de las innovaciones tecnológicas en los países industrializados y las tendencias internacionales –la acentuada competencia–, será cada vez más difícil promover la transferencia de tecnología avanzada. Esto pone de manifiesto que la Ley no ha intentado realmente promover, en coordinación con otros mecanismos e instituciones, una selección de tecnología y su consecuente asimilación y adaptación a través del Registro de Transferencia de Tecnología, sino regular los contratos al respecto, es decir, regular la oferta de tecnología del extranjero.

2.- Un aspecto que tiene relación estrecha con la difusión y utilización de la tecnología es la protección a la propiedad industrial. Las patentes constituyen un otorgamiento por parte del Estado de derechos de propiedad a los inventores para proteger el producto de sus actividades. Las marcas también tienen una relación, aunque indirecta, con el flujo de tecnología. Por lo anterior, el gobierno emitió la Ley de Invenciones y Marcas en 1976. Esta ley fue elaborada con la intención de servir como un estímulo a la industrialización del país, impulsando la actividad de los inventores nacionales y contribuyendo a reducir las importaciones y a promover las exportaciones. Esta Ley establece una protección a su titular, las

características necesarias para contar con la concesión para la explotación de las patentes y un ordenamiento respecto a marcas, denominaciones de origen, avisos y nombres comerciales, modelos y dibujos industriales.

Sin embargo, la protección es muy débil dado que la vigilancia y la observancia de la ley son muy limitadas. En general, el proceso de registro es demasiado lento, sin tomar en cuenta las limitaciones del personal que realiza las evaluaciones y el análisis de los inventos. Por otro lado, la regulación de patentes y marcas es insuficiente ya que no permite la patentabilidad en sectores tan importantes tales como los productos químicos y farmacoquímicos ni la de los procesos biotecnológicos, lo cual constituye un desincentivo a la actividad, transferencia y difusión en esas ramas.

La Ley tampoco ha funcionado correctamente para promover el desarrollo tecnológico pues no se ha utilizado eficazmente como un mecanismo de adquisición de información; la Dirección de Invenciones y Marcas no ha logrado convertirse en un centro receptor de información técnica y, por lo tanto, no constituye un sistema ágil y oportuno de difusión. Esto se debe en gran medida a que la Dirección no ha logrado una coordinación adecuada con otros organismos como el CONACYT o el INFOTEC (Fideicomiso de Información Técnica). La demanda potencial de tecnología no tiene un mecanismo que le dé la información necesaria para seleccionar eficientemente la tecnología.

3.- Otro de los aspectos que influye directamente en el desarrollo de una capacidad tecnológica es la inversión extranjera directa (IED) que, como paquete, implica no sólo capital sino otros beneficios adicionales al país como tecnología, adiestramiento y capacitación, además de la posibilidad de penetración a otros

mercados.

En febrero de 1973 se promulgó la Ley para Promover la Inversión Mexicana y Regular la Inversión Extranjera como un ordenamiento que recogía, sistematizaba e integraba en un solo cuerpo unificado regulaciones anteriores y establecía las modalidades conforme a las cuales puede invertirse el capital extranjero. Además de la Ley, han surgido otros reglamentos y mecanismos de regulación de la IED.

Con respecto a los efectos de la IED sobre el desarrollo y la capacidad tecnológica, estos reglamentos y disposiciones tienen como objetivos, en primer lugar, replantear los términos y condiciones del contrato de transferencia de tecnología y, en segundo lugar, contribuir al desarrollo de la infraestructura tecnológica y científica del país y a la vinculación entre los centros de investigación y la planta productiva.

Sin embargo, la política y los instrumentos que inciden sobre la IED se han caracterizado por ser obstáculos y limitaciones al flujo de capital y, por lo tanto, a la adecuada transferencia de tecnología, puesto que crean un ambiente regulatorio adverso para los inversionistas extranjeros. En este sentido representan, al igual que la Ley de Transferencia de Tecnología, una falta de promoción de los efectos multiplicadores en materia de tecnología provocados por la IED, ya sea en la selección de tecnología, en su consecuente asimilación y adaptación o en la capacitación y adiestramiento de personal.

Existen además otro tipo de instrumentos que han tenido como objetivo estimular el desarrollo tecnológico y su vinculación con el sector productivo. Por

una parte, hay diversos fideicomisos financieros de fomento que impulsan el desarrollo industrial y el de una capacidad tecnológica, y por otro lado, un tratamiento fiscal a los gastos para la investigación y el desarrollo.

4.- Hay una gran diversidad de fondos y fideicomisos de fomento que, de una u otra manera, influyen o fomentan el desarrollo de una capacidad tecnológica en el sector productivo. Estos funcionan más con criterios de rentabilidad pero, explícitamente, no han dado a la variable tecnológica el valor que debería tener como otro criterio para el otorgamiento de crédito. Diversas fases del proceso tecnológico en una empresa, como la asimilación, no han sido señaladas como elementos para el otorgamiento de crédito y, por lo tanto, no han recibido un tratamiento financiero adecuado. De esta manera, la demanda de tecnología no es debidamente apoyada por los sistemas de financiamiento.

5.- La política fiscal también se identificó como un instrumento para promover el desarrollo tecnológico y su vinculación con el aparato productivo. Entre los últimos precedentes de estímulos fiscales dirigidos específicamente a promover la investigación y el desarrollo se encuentra el Decreto para Fomentar la Investigación, el Desarrollo y la Comercialización de la Tecnología Nacional de 1980, cuyas últimas disposiciones y modificaciones aparecieron en 1987 (estos estímulos fiscales se suspendieron a partir del Pacto de Solidaridad Económica).

Como sujetos de estímulo se encontraban las instituciones científicas y tecnológicas, las empresas tecnológicas, las empresas productivas nacionales y los fideicomisos para desarrollo científico y tecnológico. Los estímulos eran créditos fiscales, deducción de gastos, depreciación acelerada de los gastos de capital, reducción del Impuesto sobre la Renta y exención de aranceles de

importación. Los gastos e inversiones beneficiables van desde la compra de maquinaria y equipo que formen parte del activo físico directamente utilizado en actividades de desarrollo tecnológico, hasta la contratación de servicios de asistencia tecnológica, asesoría, etcétera.

Si bien es cierto que el conjunto de estímulos fiscales tiene como objetivo hacer atractivo para las empresas el realizar actividades de investigación y desarrollo reduciendo sus costos, los estímulos han sido dirigidos en su mayoría a instituciones de educación superior, se destinaron fundamentalmente a la adquisición de equipo y maquinaria y el acceso a ellos es muy limitado (se discriminan contundentemente las empresas que no tengan capital mexicano). Por lo tanto, es posible afirmar que la eficiencia de los estímulos fiscales no ha sido suficientemente probada (siempre existe la duda de que la empresa hubiera invertido de todas maneras, con el incentivo o sin él). Es necesario que los estímulos fiscales constituyan un complemento de la demanda tecnológica y no el determinante de ésta.

Algunas reflexiones críticas

En México, la ciencia y la tecnología no se han institucionalizado correctamente y aún no es posible afirmar que se ha logrado implantar una política científica y tecnológica uniforme y coherente con el desarrollo del aparato productivo. Lo anterior se debe, en gran medida, a las distorsiones del apoyo público. Este ha rendido tributo retórico a la importancia de la investigación y el desarrollo pero no ha sido capaz de asimilar el papel de la ciencia y tecnología en la modernización del país. Asimismo, el sistema científico y tecnológico no ha sido correctamente articulado con el sistema productivo ni con el educativo y las

medidas de apoyo se caracterizan por ser fragmentarias y discontinuas, orientadas a problemas de corto plazo, sin considerar los factores de tiempo y riesgo inherentes a todo proceso de desarrollo tecnológico. Asimismo, dicho apoyo se ha concentrado en los problemas de la importación de tecnología sin facilitar el desarrollo simultáneo de una infraestructura complementaria y, por otro lado, se ha visto afectado operativamente por una excesiva burocratización.

La dispersión, la incongruencia y la falta de uniformidad de la política científica y tecnológica que hasta la fecha prevalecen, se manifiestan por la existencia de infinidad de organismos, disposiciones y centros abocados a la investigación y desarrollo: por un lado, se encuentran el CONACYT, las instituciones de educación superior y numerosos centros de investigación sectorizados; por otro lado, la incidencia de instituciones bancarias y de legislaciones sobre la actividad tecnológica del país. La convivencia de las diferentes instancias con actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico no representa una estructura dedicada directamente a la promoción y fomento del desarrollo y capacidad tecnológicos del país. Más bien han constituido una estructura generadora y reguladora de una oferta tecnológica, no vinculada con la demanda del sector productivo debido a su falta de competitividad.

La existencia del CONACYT, encargado de coordinar los esfuerzos en ciencia y tecnología y de promover la investigación a través de financiamiento tanto para la formación de recursos humanos como para impulsar el desarrollo empresarial de tecnología, se ha caracterizado por tener un campo de acción que no ha sido definido con claridad y que se ha circunscrito casi exclusivamente al programa de formación de recursos humanos a través del otorgamiento de becas.

El impulso del desarrollo empresarial de tecnología se ha centrado únicamente en el otorgamiento de créditos dentro del programa de riesgo compartido que apenas fue expuesto en 1984. La evidencia de su falta de experiencia en la vinculación del sistema de ciencia y tecnología con el aparato productivo y el crecimiento burocrático de la institución han limitado en gran medida su acción. Además, el CONACYT ha mantenido la idea de que la creación indiscriminada de una oferta tecnológica generaría, a la larga, una demanda por servicios técnicos, concepción que correspondía estrechamente con el modelo de desarrollo que el país había adoptado.

La cadena de centros de investigación ha sido resultado de decisiones individuales y descoordinadas. Estos centros tienen actividades que dependen fundamentalmente de las instituciones o secretarías con quienes trabajan. Tanto los centros de investigación como las instituciones de educación superior no han promovido el establecimiento de nexos con el sistema productivo y, aunque su agenda de investigación no se encuentre al margen de las necesidades del desarrollo, no han logrado ofrecer una tecnología competitiva en comparación a la del extranjero.

Aunque se hicieron esfuerzos por lograr una acumulación tecnológica, la inversión hacia este aspecto está determinada todavía por fluctuaciones coyunturales del gasto público y privado. De esta manera, los recursos financieros disponibles para la investigación y el desarrollo continúan siendo inadecuados y su distribución es muy desequilibrada. Es necesario reconocer que el desarrollo científico y tecnológico no sólo depende de aumentos de los recursos financieros ni de la formación acelerada de recursos humanos como parecía concebirse. Es necesario que estos sean apoyados mediante una estrategia científica y

tecnológica de largo plazo.

Por otro lado, los intentos de racionalización de una política tecnológica no han respondido directamente a los objetivos de desarrollo del país ni a la realidad del mismo. Por ejemplo, no ha existido cooperación por parte de los responsables del manejo operativo de las políticas hacendaria, educativa, industrial y agrícola en relación a los intentos de implantar una política científica y tecnológica. Por lo tanto, no se ha buscado la compatibilidad entre el resto de políticas económicas y la política en ciencia y tecnología, de tal forma que la actividad de investigación y desarrollo se aboque a satisfacer las necesidades de la actividad productiva y al fomento de una capacidad tecnológica local.

La raíz de la falta de estructuración entre los diferentes componentes del sistema de investigación y desarrollo con las políticas en otros sectores y con el sector productivo no sólo se encuentra en el carácter autolimitativo de la sustitución de importaciones, sino en la fragilidad de los nexos institucionales y sectoriales. México adoptó una estrategia tecnológica con un patrón ofertista, el cual se puso de manifiesto en la creación de una infraestructura institucional acumulativa –no integrada– y en el entrenamiento masivo de recursos humanos en el extranjero. Esta elección política, como ya ha sido mencionado, se basó en el supuesto de que la oferta crearía su propia demanda. Por lo tanto, ha existido una política de ciencia y tecnología que se encamina a la construcción de una amplia oferta de investigación científica. Pero esta política se caracteriza por la inexistencia de una evaluación del producto de los numerosos centros de investigación y de las instituciones con actividades científicas y tecnológicas; esto repercute en su desvinculación con el desarrollo industrial puesto que la oferta que se genera no es suficientemente competitiva.

El contexto actual se caracteriza por la inercia del progreso tecnológico en el mundo industrial y por el interés por parte de todas y cada una de las empresas y naciones por integrarse en un solo mercado y competir en éste sobre la base de un aprovechamiento de ventajas comparativas dinámicas que repercutan en el diseño, precio y calidad de sus productos. La política científica y tecnológica todavía no ha enfrentado la necesidad de desarrollar una capacidad de competir por medio del estrechamiento de brechas tecnológicas. México no puede ya importar tecnología tan libre e indiscriminadamente como lo hizo en el pasado, dado que los costos de la tecnología extranjera han aumentado. Deben abrirse oportunidades para la investigación y desarrollo y la aplicación de innovaciones competitivas tendientes a reducir los costos en los procesos industriales; esto es, satisfacer la demanda tecnológica potencial del sector productivo. Para lograrlo, es necesario que la brecha de conocimiento y entendimiento entre investigadores e industriales se empiece a cerrar.

Lecciones para la implantación de una política en ciencia y tecnología

A partir de la crítica a los intentos gubernamentales por implantar una política científica y tecnológica que influya positivamente en el desarrollo y modernización de México es posible obtener de ella algunas lecciones importantes.

En primer lugar, es necesario tener claras las interrelaciones entre ciencia, tecnología y desarrollo. Esta conceptualización de los vínculos entre el sistema científico y tecnológico con el sistema productivo puede convertirse no sólo en la base para la definición del tipo de política, de las regulaciones y prioridades en

este aspecto, sino también en un marco que manifieste un deseo político concertado para que todos y cada uno de los sectores se aboquen a apoyar y formular lineamientos que guíen las actividades de investigación y desarrollo. Es indispensable también que las políticas científicas y tecnológicas se formulen sistemáticamente y se orienten a satisfacer las necesidades básicas del aparato productivo del país, sobre la base de un equilibrio y correlación entre el modelo de desarrollo y el conjunto de políticas que guían la actividad económica.

En toda política de ciencia y tecnología debe incluirse la planeación de un proceso, necesariamente de largo plazo, a través del cual se logre adquirir la capacidad científica y tecnológica que el desarrollo y modernización del país requieren. Por lo tanto, es indispensable considerar los diversos pasos que constituyen el avance en ciencia y tecnología y la adquisición de la capacidad tecnológica: la transferencia, adaptación, difusión e innovación tecnológica. Las tres primeras representan únicamente una parte de las etapas del proceso de avance tecnológico, la cual debe coexistir con la construcción de una oferta tecnológica competitiva. Cada paso en la aplicación de la ciencia y tecnología es una experiencia de innovación, puesto que esta última no consiste en una cadena de descubrimientos, sino en un flujo de pequeños avances, mejoras y ajustes.

Para ser realistas, la perspectiva debe enmarcarse en un cuadro en el que la tecnología importada seguirá teniendo un papel dominante en el desarrollo mexicano. En esencia, esto significa que deberá promoverse una política específica referida a la transferencia de tecnología. Con respecto a ésta, es necesario hacer a las empresas capaces de supervisar las tecnologías que habrán de adquirir y de evaluar sus cualidades de acuerdo con sus necesidades y con las condiciones y los recursos del país. Como un todo, el proceso de avance

tecnológico incluye la elaboración de políticas en relación con las tecnologías importadas al sistema de propiedad industrial y a la inversión extranjera. La dependencia tecnológica con respecto a la transferencia de tecnología no disminuirá a menos que, tanto el gobierno como el sector privado, lleven a cabo acciones como las de participar con la inversión extranjera directa (coinversión), ajustar los productos diseñados en el exterior a las condiciones locales y extender el uso de los insumos locales. Sólo si estas medidas están directamente relacionadas con una política de industrialización y desarrollo de largo plazo, claramente definida, los beneficios serán perdurables.

A partir de la transferencia es necesario contar con un proceso de adaptación de la tecnología, conjuntamente con el desarrollo de la capacidad científica y tecnológica del país. Para evitar la subutilización de las tecnologías adaptadas, también hay que darles una adecuada difusión. Los servicios de extensión pueden ser, de esta manera, un apoyo para resolver los problemas como los de manejo, selección, operación y mantenimiento de las tecnologías.

La infraestructura y los servicios de apoyo a la ciencia y la tecnología deben estar equilibrados con las actividades en ciencia y tecnología. Sólo de esta manera se logrará la eficiencia en la investigación y desarrollo. Por lo tanto, es necesario realizar esfuerzos conscientes, de largo alcance, para construir una infraestructura científica y tecnológica que consista no sólo en recursos humanos e instituciones dedicadas a la investigación y desarrollo, sino también en esas partes vitales como mecanismos de información y difusión, instrumentos para la recolección y el procesamiento de datos, empresas consultoras en ingeniería, organizaciones dedicadas al mantenimiento del equipo e instrumentos científicos y tecnológicos, y servicios que proporcionen estándares técnicos. Todo esto

conforma la infraestructura necesaria para que el proceso científico y tecnológico tenga como resultado la competitividad del aparato productivo.

No sólo es indispensable hacer conscientes a los diversos sectores del país de la importancia de la ciencia y la tecnología. Es fundamental también que reconozcan el papel determinante de la información –su disposición y difusión– en el proceso de construcción de una capacidad científica y tecnológica. Este reconocimiento modificará la posición económica y política con respecto al control de la información y la transferencia de tecnología, y provocará el surgimiento de una demanda de información sistematizada en diversos sectores. Para formular una política científica y tecnológica, así como programas concretos de investigación y desarrollo, es indispensable una base sólida de información. Necesidades que deben traducirse en una visible demanda de información.

Tanto la implantación de una política científica y tecnológica, el establecimiento de una infraestructura adecuada –incluida la capacitación de recursos humanos–, los servicios de apoyo necesarios, así como la difusión de los avances y las innovaciones, requieren un aumento significativo del gasto público dirigido a los programas de ciencia y tecnología. Sin embargo, este esfuerzo no debe provenir únicamente del sector público. Hay que estimular los esfuerzos de los inversionistas privados en ciencia y tecnología de tal modo que satisfagan su demanda y participen en la construcción de una capacidad científica y tecnológica. Por otra parte, el financiamiento debe ser equilibrado para no provocar distorsiones entre los diversos sectores y regiones, ni entre los gastos administrativos y los encaminados directamente a la investigación y desarrollo.

La inserción de México a las transformaciones de la economía internacional

hace necesario desarrollar una capacidad tecnológica que le permita adquirir una mayor competitividad en términos de costo, calidad y diseño. Por lo tanto, el objetivo en materia científica y tecnológica debe ser la creación de una capacidad interna que permita realizar la mejor selección tecnológica, su asimilación y adaptación y su posterior desarrollo y difusión. De esta manera, se podrá aprovechar a la tecnología como una ventaja competitiva dinámica. La política científica y tecnológica deben ser un impulso consistente al desarrollo tecnológico, a la evaluación de su competitividad y, por lo tanto, a la vinculación entre el sistema de ciencia y tecnología con el desarrollo industrial. En ella se debe destacar un proceso, necesariamente de largo plazo, en cuyas etapas se logre la identificación de las tecnologías adecuadas, su aprendizaje, su correcta adaptación y uso, a través de un conocimiento suficiente que permita emplearla en diferentes procesos productivos y, finalmente, su rediseño o modificación, lo que constituye en otras palabras una innovación.

Sin embargo, el problema fundamental de la implantación de una política científica y tecnológica es resolver la falta de una apreciación adecuada de su importancia para el desarrollo económico. Es necesario borrar el supuesto de que los sistemas económico, político y social responderán automáticamente a una política de ciencia y tecnología. Se trata de un problema profundo que surge de las relaciones entre la ciencia y tecnología con el proceso de desarrollo socioeconómico. Ya no es posible pensar que estas interrelaciones son unidireccionales y que, una vez definidos los objetivos generales, es factible, mediante instrumentos de política y arreglos institucionales, estructurar el sistema científico y tecnológico.

En la actualidad, las interrelaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad

son mucho más complejas debido a que la dirección y metas del proceso de desarrollo son influidas por la evolución mundial, extremadamente rápida, tanto de los conocimientos científicos y tecnológicos como de la economía. Estos suelen convertirse tanto en elementos decisivos en la conceptualización del desarrollo –y aun en su percepción general–, como en los factores determinantes que conforman la política de desarrollo y sus resultados.

CAPITULO V. EL PROBLEMA TECNOLÓGICO DE MEXICO

REZAGO TECNOLÓGICO E INDUSTRIALIZACIÓN SUSTITUTIVA

Se ha hecho hincapié en las diversas limitaciones inherentes al modelo de industrialización que México adoptó a partir de los años cuarenta, modelo que estuvo fundamentalmente orientado hacia un mercado interno. En general, la crítica habla de un "agotamiento" global de las ventajas de dicho modelo. Se ha destacado ya al rezago tecnológico acumulativo como uno de los rasgos sobresalientes –y acaso imprevistos– de esta orientación.

Países como México, que adoptaron un modelo de sustitución de importaciones en la primera mitad del siglo, tendieron a importar innovaciones tecnológicas por cálculos macroeconómicos y empresariales. La capacidad tecnológica local era débil y fragmentaria y apenas podía satisfacer las necesidades del crecimiento a corto plazo. Por otro lado, la investigación siempre ha sido un proceso largo, costoso e incierto. Bajo estas circunstancias, a los empresarios mexicanos les pareció más razonable adquirir tecnología en el extranjero que propiciar su desarrollo en el propio país. En las primeras etapas de la industrialización, la tendencia a importar tecnología no producía inquietudes públicas marcadas, pero con el avance industrial se gestaron apreciables dificultades que se manifestaron principalmente en cinco aspectos: a) las tecnologías importadas no eran siempre las más adecuadas; b) los pagos por estas compras se elevaban constantemente; c) las instituciones de investigación se encontraban marginadas con respecto a la actividad productiva; d) el aprendizaje tecnológico local era demasiado lento; y e) existían importantes obstáculos para avanzar hacia la producción de bienes de capital.

Tecnologías adecuadas

La cuestión de las "tecnologías adecuadas" se convirtió en los años setenta en una preocupación del sector público. Ciertos investigadores exploraron modalidades para "adaptar" tecnología a las necesidades productivas y a la dotación local de factores, después de comprobar las distorsiones que creaba su importación indiscriminada. A partir de la década de los setenta, todos los planes y programas oficiales de las autoridades mexicanas pusieron acento en este problema. ¿En qué consiste?

La demanda particular del mercado, en donde la tecnología se ofrece y difunde, determina las características específicas de las tecnologías que se utilizan. Esta demanda, a su vez, es influida por el ambiente económico e institucional del mismo mercado. En los países tecnológicamente avanzados existe una amplia disponibilidad de recursos –además de una apreciable acumulación de conocimientos– y los salarios tienden a elevarse con rapidez; por lo tanto, las actividades tecnológicas se dirigen a ahorrar el factor escaso (trabajo) y a aprovechar el personal calificado. Además, las innovaciones tecnológicas han sido condicionadas por mercados amplios y crecientes, de consumo difundido, y por un ambiente competitivo entre las empresas. En consecuencia, el cambio tecnológico en esos países se encaminó a aprovechar economías de escala, a reducir los costos medios de los bienes –elevando el volumen de la oferta– y a diferenciar los productos conforme a las posibilidades económicas de los consumidores.

Toda esta estructura de mercado, en la que el avance tecnológico se desarrolla, difiere sustancialmente del ambiente económico mexicano. La

dotación de recursos del país no ha sido suficientemente explotada, el conocimiento es disperso y no se encuentra adecuadamente institucionalizado, abunda el factor trabajo no calificado, el mercado interno es reducido, los consumidores presentan una escasa diferenciación y la competencia entre empresas es limitada, por lo que se tiende a generar monopolios y oligopolios que afectan desfavorablemente a la formación de precios.

Debido a este sensible contraste estructural, los avances tecnológicos que México importó de los países industrializados resultaron "inadecuados" cuando llegaron al país. La inadecuación trajo consigo graves distorsiones: por una parte, provocó trastornos entre la oferta y la demanda en los mercados de empleo; por otra parte, las tecnologías importadas modelaron los gustos de una delgada capa de consumidores con escasa diferenciación, con la consiguiente especialización y estrechez de la demanda.

Hoy se pretende mitigar estos efectos con dos procedimientos: ya sea a través de la adquisición de "tecnologías adecuadas" creadas en centros especializados, tanto en países avanzados como de incipiente industrialización; o a través de la estimulación de "ajustes" en las empresas locales, ajustes que suelen traducirse en innovaciones menores.

Elevados pagos por la tecnología

En la medida en que el proceso de industrialización mexicana se fue desarrollando, se requirió de tecnología cada vez más avanzada. Estas nuevas necesidades se tradujeron en aumentos de los gastos por importación, tomando la

forma de desembolsos por regalías y cuotas por el uso de licencias y marcas. Estos pagos fueron abultados por la comprobada sobrefacturación del costo de materias primas, equipos y servicios de mantenimiento suministrados por el proveedor. Se estima que en México estos desembolsos han superado ampliamente el gasto público y privado local en investigación.

El constante incremento de los pagos y desembolsos se explica por el hecho de que México aún no cuenta con la capacidad para identificar al mejor proveedor de tecnología pues, como se vio en la primera sección, para adquirir información se precisa información. Por lo tanto, la posición negociadora de México fue y es débil porque todavía no identifica con exactitud al mercado de oferentes de tecnologías ni a los proveedores más competitivos. Ciertamente, los considerables costos de adquisición de tecnologías se transfieren, a través de los precios de los productos, al consumidor.

La ausencia de articulaciones locales

La creciente dependencia de abastecedores externos de tecnología entorpeció la gestación de enlaces entre los centros potenciales de innovación tecnológica y las empresas locales. Esta falta de comunicación entre la planta productiva y las instituciones que podían llevar a cabo la innovación tecnológica fue explicada por la falta de experiencia de las últimas y por el alto riesgo en que las firmas incurrirían si se apoyaban exclusivamente en ellas. Aunque el país se empeñó en promover estos enlaces con diversos mecanismos institucionales, los logros fueron más bien modestos. El reto mexicano en materia de tecnología estriba, por lo tanto, en estimular articulaciones en diversos planos, preservando la

apertura competitiva de la economía.

La lentitud del aprendizaje tecnológico

Estudios comparados demuestran que la fuerza de trabajo "aprende haciendo", es decir, la experiencia cotidiana en el proceso productivo capacita y enriquece los recursos humanos. Pero cuando la tecnología posee especificaciones que no se encuentran al alcance de los obreros calificados locales, ésta se transforma en una "caja negra" reduciendo sustancialmente la probabilidad de aprenderla y desarrollarla. De esta manera se crea un "dualismo tecnológico" dentro de la empresa, así como entre empresas grandes y pequeñas: la tecnología avanzada es comprendida y reparada por personal foráneo, como parte del "paquete de inversión"; el trabajador local sólo asimila innovaciones de menor cuantía.

Durante los años sesenta, la lentitud del aprendizaje tecnológico fue tratada de diversas maneras. Una de éstas consistió en el control riguroso de la importación de tecnología. El aumento del control tenía como objetivo imprimir mayor selectividad a esta importación conforme a las necesidades del país, necesidades generalmente interpretadas por la burocracia encargada de asuntos tecnológicos. De esta manera, la misión del Registro de Tecnologías Importadas era ayudar a escoger con mayor tino tanto a oferentes como a técnicas para la importación de tecnología. Asimismo, se trató de revertir la lentitud del aprendizaje tecnológico apoyando a centros locales de innovación y de consultoría, con el propósito de sustituir al insumo externo. El apoyo, sin embargo, fue generalmente trastornado por ingerencias burocráticas sofocantes.

No debe sorprender, por lo tanto, que estas medidas hayan obtenido resultados por debajo del óptimo deseado.

El rezago de los bienes de capital

Los análisis comparativos sobre estilos de crecimiento y sobre la rapidez del cambio tecnológico señalan la apreciable importancia de la producción de bienes de capital como acelerador del desarrollo. En México, el sector de bienes de capital no ofrecía medidas proteccionistas como el resto de los sectores y requería, por lo tanto, de una alta calificación tecnológica. Hasta los años setenta, los empresarios mexicanos prefirieron producir bienes de consumo inmediato o intermedio que no estaban expuestos a la competencia. En consecuencia, el sector de bienes de capital aún presenta un apreciable porcentaje de partes importadas y una baja integración con las empresas locales.

La inversión extranjera encontró condiciones propicias en este rubro puesto que a ella se le facilitó la compra de partes en el exterior. En las siguientes ramas, por ejemplo, las importaciones de partes aún constituyen un alto porcentaje: turbinas (100 por ciento), maquinaria textil (99 por ciento), máquinas herramientas (94 por ciento), bombas y compresores (47 por ciento) y maquinaria agrícola (25 por ciento). En los años ochenta, NAFINSA apoyó a nuevas empresas que se inclinaban a producir bienes de capital. De momento no se puede evaluar el efecto tecnológico y de integración nacional de este empeño, puesto que se trata de inversiones de larga maduración.

Por otro lado, las tendencias recesivas de la economía mexicana en la última década han deprimido la producción de estos bienes. Debido, primero, a la merma generalizada en la formación de capital; segundo, a la severa reducción de las divisas para adquirir insumos indispensables; y tercero, a la pérdida de dinamismo tecnológico por parte de las empresas. A estas circunstancias hay que añadir el reducido volumen de la demanda que contrae sustancialmente las economías de escala en este sector.

En suma, en la producción de bienes de capital convergen diversos instrumentos de política gubernamental. La debilidad de los mecanismos de coordinación de los apoyos financieros de largo plazo y, principalmente, la falta de vinculación del adelanto tecnológico de esta rama con respecto al resto de la planta productiva, han entorpecido su expansión.

LA BRECHA TECNOLÓGICA

Cuando se habla de brecha tecnológica es común que esto se interprete como si todos los sectores económicos presentaran el mismo atraso tecnológico. Esto no necesariamente es cierto. Cada sector de un mismo país tiene un diferente nivel de capacidad tecnológica: mientras unos sectores pueden haber desarrollado una capacidad tal que les ha permitido competir internacionalmente, otros han permanecido alejados de este proceso, abriendo así una brecha en comparación con el mismo sector en otros países.

La brecha tecnológica no sólo significa la incapacidad para desarrollar tecnología propia sino, más aún, la incapacidad para seleccionar, ya sea fuera o

dentro del país, la tecnología más adecuada para ellos, adaptarla y consecuentemente desarrollarla. Por lo tanto, el concepto de brecha tecnológica carece de un indicador directo para medirla. Sin embargo, a partir de parámetros como el gasto en investigación y desarrollo, el porcentaje de licencias para el uso de patentes locales, el número de investigadores y de graduados, las citas bibliográficas de trabajos generados localmente, las exportaciones e importaciones de tecnología –en donde son considerados, entre otros, los bienes de capital– y sus correspondientes comparaciones a nivel internacional, es posible construir una aproximación de la brecha tecnológica que acusa el país con respecto a otros en alguna rama industrial específica o, de manera más general –pero menos válida–, en la planta productiva considerada en conjunto.

Existen algunos indicadores a nivel nacional cuya comparación con los de otros países puede reflejar el nivel tecnológico general que presenta México. Sin embargo, tomando en cuenta las consideraciones anteriores, es necesario reconocer que esta información no dice absolutamente nada sobre las brechas sectoriales presentes a lo largo de la industria. Es necesario también tener cierta cautela con respecto a las comparaciones de esta información debido a que no es totalmente homogénea, especialmente en la definición. Por lo tanto, es importante mantener perspectiva con respecto a las conclusiones que surjan de ella*.

En México, el gasto del gobierno federal en ciencia y tecnología no ha llegado a ser ni el 1 por ciento del PIB.

* Las comparaciones internacionales dependieron de la información disponible en este rubro; sin embargo, aunque éstas se hicieron la mayoría de las veces con países latinoamericanos en desarrollo, es posible observar ciertas características específicas de México.

GASTO DESTINADO A CIENCIA Y TECNOLOGIA Y SU PARTICIPACION EN EL PIB, 1980-1987

(millones de pesos corrientes)

	Gasto Nacional	Gasto del gobierno	PIB	% PIB gasto Nacional	% PIB gasto del gobierno *
1980	23101	20088	4470077	0.5	0.4
1981	34732	30202	6127632	0.6	0.5
1982	47904	41656	9797791	0.5	0.4
1983	60579	57694	17878720	0.3	0.3
1984	159331	151744	29471575	0.5	0.5
1985	194842	185564	47402549	0.4	0.4
1986	245098	233427	79353450	0.3	0.3
1987	315269	300256	195614485	0.2	0.2

* Presupuesto ejercido

FUENTE: V-A

Los niveles de gasto federal en investigación y desarrollo son muy bajos con respecto a los de otros países. Para el año de 1980, por ejemplo, en Estados Unidos el porcentaje de gasto con respecto al PNB fue de 2.5 por ciento y el de Brasil de 0.8 por ciento (1). Según el Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico, en 1982 México dedicó el 0.54 por ciento del PIB al desarrollo de la ciencia y la tecnología, Francia el 1.8, Japón el 2.1 e Inglaterra el 2.2 por ciento. Del gasto total llevado a cabo en nuestro país, el 95 por ciento lo aporta la administración pública federal y el cinco por ciento restante, los centros de enseñanza e investigación y las empresas (2).

El uso de patentes de invención según el origen es también un indicador del desarrollo –o atraso– tecnológico. Durante la década de los setenta, las solicitudes de uso de patentes en México habían alcanzado la cifra de 5,472; de

este número únicamente el 13 por ciento eran solicitudes de patentes locales. El total de solicitudes concesionadas fue de 2,552 y de éstas, sólo el 7 por ciento era de patentes locales. A diferencia de nuestro país, el registro y concesión del uso de patentes locales en Brasil y Argentina fue del 12 y 35 por ciento, respectivamente (3). Sin embargo, el atraso tecnológico no se refiere única y exclusivamente al uso de tecnología local, sino a la capacidad para emplear, adaptar y asimilar la proveniente del exterior.

Por otro lado, el número de investigadores, autores científicos y graduados en México también es inferior al de otros países, incluso entre los que están en desarrollo. Se estimó que en 1984 había 18,247 científicos e ingenieros dedicados a investigación y desarrollo en México; es decir, 23 investigadores por cada 100 mil habitantes (en comparación, Argentina cuenta con 65 y el mundo en general con 85 por cada 100 mil habitantes) (4). Los autores científicos en México, por su parte, llegaron a ser 1,894 en 1984; mientras que Brasil contaba con 4,988 y Argentina con 3,710 (2, 4 y 12 autores por cada 100 mil habitantes, respectivamente) (5). En cuanto a graduados universitarios, durante la década de los setenta, en México se observó un crecimiento anual del 24.8 por ciento (90 graduados por cada 100 mil habitantes); mientras que en Brasil, aunque el crecimiento sólo fue del 15.5 por ciento anual, el número de graduados universitarios alcanzó la cifra de 803 por cada 100 mil habitantes (6).

Las importaciones de bienes de capital son también un factor determinante en la apreciación de la capacidad tecnológica, ya que forman parte de las importaciones de tecnología. El canal de importación de tecnología que se elija puede determinar el uso o el grado de adaptación que se le dé a ésta. En 1982, las importaciones de bienes de capital realizadas por México representaron el 82

por ciento de las importaciones totales de tecnología, mientras que la inversión directa y los pagos por regalías y derechos –también partes de las importaciones de tecnología– constituyeron el 11 y 7 por ciento de dichas importaciones, respectivamente. En comparación, los pagos que realizó Brasil por importación de tecnología se dividieron de manera similar entre la inversión extranjera directa y la importación de bienes de capital (7). La diversificación en la importación de tecnología puede ser muy útil ya que, a través de la inversión extranjera directa o por medio del pago de licencias para el uso de tecnología, es posible obtener una mayor derrama tecnológica o mejores procesos de adaptación interna en contraposición con la importación de tecnología en forma de bienes de capital, pues esto último representa el uso de tecnología empaquetada sin ninguna asimilación.

Con respecto a las exportaciones de bienes de capital, entre 1970 y 1982, México experimentó un crecimiento anual de 18 por ciento, mientras que en Brasil crecieron a un ritmo de 34 por ciento anual (8). (Aunque en el periodo 1982-1987, las exportaciones mexicanas de bienes de capital incrementaron su ritmo de crecimiento a 26 por ciento anual). El menor crecimiento que nuestro país registró constituye un indicador de atraso tecnológico ya que las exportaciones de bienes de capital forman parte de las exportaciones de tecnología. Existe, por lo tanto, otro tipo de información que puede ofrecer una visión más exacta del nivel de capacidad tecnológica adquirida: las exportaciones de tecnología pueden ser un factor para determinar el comportamiento general de un país en materia de ciencia y tecnología.

La exportación de tecnología es un fenómeno reciente en los países en desarrollo. Su aparición es resultado de un proceso gradual de adaptación y

aprendizaje tecnológico, de desarrollo e innovación, así como de la acumulación de capital físico y humano, dentro del mismo proceso de desarrollo económico. Asimismo, estas exportaciones pueden representar también cambios significativos en el desarrollo de ventajas comparativas que acompañan a la industrialización.

Las exportaciones de tecnología se pueden dividir en: 1) licencias y servicios técnicos y de consultoría, 2) proyectos y servicios de construcción, 3) inversión extranjera directa con un componente tecnológico y 4) bienes de capital. Según un estudio de Dahlman y Sercovich (9), las exportaciones de tecnología acumuladas entre 1970 y 1982 para algunos países en desarrollo habían alcanzado las siguientes cifras:

Comparación de las exportaciones acumuladas de tecnología
(millones de dólares)

	México		Brasil		Argentina Corea India	
Licencias, servicios técnicos y consultoría	51		357	60	472	500
Proyectos	41	1655 186	2570	1858		
Servicios de construcción	984		4283	616	43953	6024
Inversión extranjera	19		20	45	34	129
Bienes de capital	1711		58	1969	5760	1813

FUENTE: V-B

Estos autores apuntan que las exportaciones de tecnología representan una creciente actividad tecnológica, así como la adquisición de habilidades y capacidades técnicas. Más importante aun, es que sin duda las exportaciones de tecnología tienen que ver directamente con la posibilidad de utilizar canales para adquirir y seleccionar adecuadamente tecnología extranjera y asimilarla. Asimismo, el estudio demuestra que la misma actividad exportadora facilita el desarrollo tecnológico y la experiencia en diversas circunstancias, ya que implica la adaptación de la misma tecnología a una dotación de recursos y a un mercado diferentes. Esta actividad está también relacionada con la orientación de la política comercial y sugiere que una política de promoción de exportaciones es un factor determinante de la naturaleza, dirección y extensión del esfuerzo tecnológico.

En dicho estudio se aprecia que México tuvo una participación casi mínima del total de las exportaciones de tecnología de estos países y, por lo tanto, un atraso tecnológico con respecto a los mismos.

La principal ventaja comparativa revelada de México se encontró en las exportaciones de bienes de capital; sin embargo, fue el país con el sector menos desarrollado en este rubro.

Los autores encontraron también que los principales exportadores de tecnología en México, a través de la exportación de bienes de capital, fueron las compañías multinacionales. Estas empresas debían exportar tecnología como parte de los arreglos compensatorios –impuestos por el gobierno– para llevar a cabo su producción y distribución en el mercado local. Por otro lado, México tuvo

una pobre actuación en la exportación de proyectos –ya que el sector de bienes de capital no estaba suficientemente desarrollado– así como en servicios de construcción –pues su participación en mercados externos se debía básicamente a que las empresas deseaban compensar las fluctuaciones económicas, estrechamente vinculadas al periodo presidencial, a través de la exportación de estos servicios. Esta pobre actuación en la exportación de tecnología reflejaba también la constante sobrevaluación del peso.

Los principales aspectos de la exportación de tecnología de México no fueron aparentes a través de los datos presentados por el estudio. Uno de estos aspectos era la exportación de innovaciones locales en productos y procesos en ramas como la de acero, petroquímica, papel y textiles. Los autores no pudieron afirmar que el comportamiento exportador del país reflejaba un avance en la capacidad tecnológica de México. Con los datos arriba presentados y con las comparaciones del estudio de Dahlman y Sercovich, no es posible aún determinar con claridad la magnitud del atraso tecnológico de México. Sin embargo, sí se puede hacer referencia a la brecha tecnológica que presentan ciertas ramas industriales del país.

El reto para cada uno de los sectores industriales del país será modernizarse –en materia financiera, administrativa, comercial y, principalmente, tecnológica– para lograr una integración exitosa a la economía global.

EL PROBLEMA TECNOLÓGICO POR SECTORES

En los últimos años, investigadores e instituciones públicas y privadas han

efectuado estudios detallados de ramas y sectores industriales y de sus características tecnológicas.

Es imposible, en el marco del presente estudio, examinar aspectos tecnológicos de cada sector industrial en México. Por lo tanto, realizando una inevitable selección, se abordarán únicamente las siguientes ramas: alimentación, textiles, muebles, calzado y electrónica. Con base en esta revisión sectorial, se formularán conclusiones generales dirigidas a precisar el problema tecnológico del país.

La industria alimentaria

No es un accidente iniciar el examen sectorial con la industria alimentaria. Las investigaciones sobre este tema distinguen tres razones fundamentales para hacerlo: esta industria tiene un peso importante en la producción manufacturera (18 por ciento); el conocimiento necesario en estas ramas se obtiene fácilmente, casi sin restricciones; y la intensidad tecnológica de rubros como aceites y grasas vegetales, frutas, legumbres, galletas y pastas es muy reducida. Por otro lado, las exportaciones de estos bienes son nulas debido a la extensa demanda interna. Sin embargo, las ventas podrían incrementarse penetrando en mercados extranjeros a través de un acelerado cambio tecnológico que constituya la base de una mayor productividad.

El crecimiento de la industria alimentaria ha sido sumamente lento. En los setenta, por ejemplo, fue inferior al crecimiento total de las manufacturas (3.8 por ciento contra 6.5). Esto significa que esta actividad apenas satisfizo a la población que creció, en este lapso, en un 3.5 por ciento.

El comportamiento de la producción alimentaria está determinado por factores de oferta (controles de precios, variaciones climáticas, incertidumbre política) y, en especial, de demanda. Esta depende, a su vez, de la distribución del ingreso que, por su carácter marcadamente desigual, reduce el lugar de los alimentos tradicionales en el presupuesto familiar en favor de los lácteos, carnes y frutas. Por otra parte, la modernización económica disminuye la elasticidad ingreso en la demanda de alimentos. Así, mientras que las ventas de derivados del azúcar, harina de trigo y pan disminuyen, suben las de productos "modernos" como aceites y grasas vegetales, alimentos para animales, frutas y legumbres.

La industria alimentaria se caracteriza por tecnologías relativamente simples, flexibles y difundidas y por bajos niveles de automatización y mecanización. No obstante, la intensidad de capital (inversión por empleado) presenta una gran heterogeneidad: tortillas, ates y jaleas pertenecen a un extremo de la sencillez tecnológica, casi artesanal, en tanto que aceites, leche evaporada, féculas y café involucran procesos algo más complicados.

En general, los procesos de fabricación son simples. El proceso de producción (desde la materia prima hasta el empaque) sigue pasos previsibles que no implican la necesidad de innovaciones constantes, al menos al presente nivel de demanda. El salario promedio es bajo con respecto al conjunto manufacturero, las empresas apenas pagan por licencias y marcas y es nula la gestión tecnológica. La autosuficiencia tecnológica es por lo tanto marcada. Los únicos cambios tecnológicos suelen limitarse a la selección de materias primas, como el paso de la semilla de algodón a la soya y cártamo, y a lo sumo se rectifican modalidades de empaque y de tamaño para ajustarse a políticas de precios.

El pausado ritmo de innovación demuestra, una vez más, cómo el carácter de la demanda (estático o dinámico) puede condicionar el ritmo del cambio tecnológico. Parece evidente que la asimilación de innovaciones mayores (de planta, maquinaria y asistencia) no es imperativa en la presente situación del mercado local. De momento no debe sorprender que el gasto local en tecnología no incorporada de la industria alimentaria se haya reducido a la mitad en la última década y que represente apenas el 10 por ciento del gasto total manufacturero en tecnología.

Sólo una fuerte demanda externa, que se apoye en una política de riesgo compartido para la fabricación de máquinas, el establecimiento de plantas y el desarrollo de paquetes integrales de información tecnológica, podría mejorar la evolución de esta industria. Las exportaciones de la industria alimentaria podrían presentar un importante incremento, satisfaciendo así una demanda mayor y más diferenciada, sólo si se eleva significativamente la productividad de esta rama a través de un acelerado cambio tecnológico.

La industria textil

Históricamente, la industria textil fue una de las primeras actividades manufactureras de México. Por lo tanto, no debe sorprender que el capital de las empresas sea principalmente de origen nacional. Esta rama industrial presenta hoy, sin embargo, una apreciable heterogeneidad tecnológica.

Esta industria está constituida (1986) por 2601 empresas, que generan el

1.3 por ciento del PIB total y 5.6 del PIB industrial. Emplea a 158,000 personas, es decir, casi uno por ciento de la fuerza laboral total. Estas empresas se clasifican de la siguiente manera según sus áreas, tamaño y tipo:

CLASIFICACION DE LAS EMPRESAS TEXTILES POR AREA

- Fabricación de fibras químicas	0.3%
- Hilatura, tejido y acabado (fibras sintéticas)	57.7%
- Hilatura, tejido y acabado (fibras naturales)	19.3%
- Confección	22.7%

CLASIFICACION DE LAS EMPRESAS TEXTILES POR TAMAÑO

	TOTAL	GRAN.	MED.	PEQU.	MICRO
Producción de fibras sintéticas	8	100%			
Hilado, tejido, acabado fibras sintéticas	1500	10%	15%	75%	
Hilado, tejido, acabado fibras naturales	503	2%	30%	68%	
Confección	580	16%	20%	35%	29%

CLASIFICACION DE LAS EMPRESAS TEXTILES POR TIPO

	TOTAL EMPRESAS	DOMI NANT.	FUER TES	MODER NAS	PRE- MODE
Producción de fibras sintéticas	8	37%	53%	0%	0%
Hilado, tejido, acabado fibras sintéticas	1500		1%	15%	84%
Hilado, tejido, acabado fibras naturales	503	2%	20%	60%	18%
Confección	590	0%	10%	20%	70%
T O T A L	2601	1%	14.9%	40.4%	43.6%

FUENTE: V-D

En la misma fuente de los cuadros anteriores se señala que el 1.1 por ciento de las empresas textiles es competitivo en el mercado internacional, incluso prescindiendo de factores como la situación cambiaria o el precio de la mano de obra. Casi el 15 por ciento de estas unidades es competitivo en algunas líneas de productos; el 40.4 por ciento es "moderno", con posibilidades modestas de acceso a esos mercados; el resto (43.6 por ciento) tiene carácter tradicional y sólo satisface a la oferta local.

La cadena productiva del sector se caracteriza por su complejidad y admite diferentes grados de intensidad tecnológica. Las fibras naturales y químicas, que

inician dicha cadena, son muy sensibles a las oscilaciones de la demanda doméstica. Sólo el consumo de lana, dirigido a la exportación, registró un avance del 15 por ciento en los últimos años. Las importaciones de textiles, desde 1980, tienden a reducirse como resultado de la contracción económica y de barreras arancelarias (a fibras de algodón, topas de lana peinada y colorantes). Las ventas al exterior podrían subir en principio, considerando que se han ampliado los cuotas de exportación a E.U.A, la Comunidad Económica Europea, Canadá y países nórdicos. Pero esta posibilidad depende del grado de competitividad que se le imprima al sector.

La disponibilidad de materias primas (fibras sintéticas, algodón y lana) es satisfactoria; pero la productividad de la mano de obra es baja comparada con Europa y Oriente. Por añadidura, el avance de este sector se ve obstaculizado por la importación costosa de equipo y por el alto costo del financiamiento. Estas tres circunstancias le restan competitividad a la industria textil. Por otro lado, la búsqueda de proveedores de equipo no es intensa y el empresario mexicano no dedica suficiente atención al tipo de producto que condicionará la opción tecnológica correspondiente. Cabe recordar que las interdependencias de la industria textil son numerosas. La agricultura, la petroquímica, la industria química y los bienes de capital apoyan, de una u otra manera, a esta actividad. Aunque indispensable, no se ha planteado un tratamiento tecnológico integrado del sector. La evaluación de alternativas tecnológicas es, por lo tanto, fragmentaria. El problema tecnológico de este sector se ve agravado por la ausencia de integración entre empresas y de negociación concertada con oferentes de equipos, la falta de cuadros técnicos locales que faciliten la "desagregación" del paquete tecnológico y los altos costos del crédito local respecto al financiamiento que propone el oferente.

La tendencia decreciente de la competitividad del sector textil se caracteriza por la marcada insuficiencia de la capacidad tecnológica de las empresas, insuficiencia que menoscaba tanto la productividad final como la diferenciación de los productos. Por otro lado, la brecha tecnoindustrial del sector textil se ha ensanchado puesto que los países industrializados (Estados Unidos, Japón, Alemania Federal, Italia y Suiza) han puesto en práctica estrategias de rápido cambio tecnológico elevando significativamente la calidad, tanto de materias primas y equipos, como de procesos productivos. Además, la gestión administrativa de las empresas textiles es francamente insatisfactoria; no tiende a comunicarse con empresas mayores ni a dirigirse sostenidamente a mercados externos. De esta manera, la utilización de agentes tecnológicos y comerciales es sumamente precaria.

En suma, en las presentes circunstancias, la industria textil tiende a rezagarse. La única manera de contener esta tendencia es perfeccionando los factores de la demanda tecnológica con el objeto de elevar la productividad y, de esta manera, aumentar la rentabilidad de las empresas. Será difícil ingresar en forma dinámica al mercado internacional, a menos de que se eleve la competitividad de la industria textil a través de un incremento importante de la capacidad tecnológica de las empresas en materia de equipo, refacciones y control de calidad. Es obvio que esta industria no podrá superar el rezago en el que se encuentra si sus escollos tecnológicos no son debidamente atendidos con nuevos procedimientos.

La industria del mueble

Este sector constituye el 1.6 por ciento del PIB manufacturero y 0.4 del total (1986). Si se recuerda la rápida expansión demográfica del país y la considerable extensión de los "grupos informales", se entenderá que la industria mueblera satisface una amplia demanda local.

Existen aproximadamente 1,450 empresas y 5,000 talleres que producen y reparan muebles; 95 por ciento del conjunto está constituido por pequeñas y micro empresas dispersas en el Distrito Federal y en las zonas norte y oeste del país. El sector emplea a 2500 firmas en una cadena productiva que va del secado al ensamble y acabado. El tamaño del mercado se estima en 200 millones de dólares y el consumo se concentra, por una parte, en el hogar (80 por ciento) y, por otra, en la clase media (50.7 por ciento).

El crecimiento del sector depende no sólo de la expansión poblacional sino de la construcción habitacional. Como ésta se ha deprimido en los dos últimos años, la industria mueblera padece un receso que, sin embargo, podría ser transitorio si el crecimiento general se recupera. Hasta hace un par de años, la adquisición de muebles era mayoritariamente local; pero en últimas fechas se ha incrementado la importación debido a la apertura comercial y a la reducción de la protección efectiva de este sector (27 por ciento actualmente). Aunque los materiales representan el 60 por ciento del costo de producción, ésto no constituye una restricción importante a la producción local. La demanda es la principal limitante.

Cuando se observa el escenario internacional de esta industria se comprueba que innovaciones dedicadas al diseño, ensamblaje y múltiples usos han llevado a varios países industrializados (Estados Unidos, Dinamarca, Suecia,

Italia y Alemania Federal) a aumentar sus ventas en el exterior. Entre los países de reciente industrialización destaca en este aspecto Taiwán, que satisface buena parte del consumo externo norteamericano.

Conviene señalar que, aunque existen servicios tecnológicos (como el Instituto de Mueble, LACITEMA y el IMCYP) que apoyan a la industria mueblera, las empresas no los aprovechan suficientemente porque subestiman la utilidad de estos servicios o porque el mercado no crea presiones importantes para que las empresas los demanden.

Sin embargo, la única manera de imprimir dinámica y competitividad a la industria mueblera nacional es adoptando cambios tecnológicos acelerados, como el diseño por computadora, el ensamble hecho por el usuario, secadores de mayor precisión y el control numérico de equipo, maquinaria e inventarios. Así, esta rama industrial podría no sólo competir exitosamente con las importaciones, sino incluso crecer, satisficiendo la demanda externa con productos más competitivos.

Industria automotriz

Esta es una de las actividades industriales de amplia tradición en México. Aunque la industria automotriz arranca en 1925 con una planta de ensamble de automóviles Ford, no se supera este tipo de labor hasta 1962. Es sólo a partir de ese año que las autoridades mexicanas exigen a las empresas una integración automotriz no inferior al 60 por ciento, incluyendo el motor; y es a partir de los años ochenta cuando se empieza a estimular la exportación en esta rama industrial.

Esta industria aporta el 6.1 por ciento al PIB manufacturero y el 1.5 al PIB total. El acento se coloca en la producción de autopartes, con ventas que superan los 2,100 millones de dólares (1985); además, las maquiladoras de esta industria contribuyen con ventas por 1,500 millones de dólares. De un total de 300 empresas, sólo diez tienen una posición dominante, en particular en la producción de parabrisas, cristales, muelles y resortes, fundiciones de aluminio y hierro, arneses y partes de motor.

Hasta el presente, las exportaciones de refacciones han alcanzado porcentajes importantes, ocupando más de la mitad de la producción local. También se ha progresado en la venta de equipos originales. El principal mercado ha sido, hasta la fecha, Estados Unidos. Las utilidades de los centros automotrices locales lograron su posición más elevada en 1981 y desde entonces se advierte un importante declive que probablemente se deba a la contracción generalizada de la actividad económica. Por añadidura, otros países (Japón, Corea, Taiwán, Brasil y Yugoslavia) han logrado ingresar en los mercados mundiales de automóviles, de modo que la participación mexicana ha disminuido considerablemente.

Desde el punto de vista tecnológico y comercial, la producción internacional de autopartes refleja la creciente globalización de la economía mundial. Las empresas norteamericanas, en particular, promueven una división geográfica de los procesos productivos y comerciales de esta industria para elevar su competitividad a través de la reducción de costos y mejoras en la calidad. México ha logrado aumentar el volumen de unidades ensambladas dirigidas a la exportación y, con ello, también las ventas de autopartes (pasando de 300 a 600 millones de dólares). El mercado potencial es, sin embargo, considerablemente

mayor (se estima en 5,000 millones de dólares), y para aprovecharlo se precisa una reestructuración profunda de la industria automotriz.

En México, el avance de la industria automotriz –y en particular la de autopartes– depende de una constante absorción de innovaciones. El cambio tecnológico debe ser el resultado de nuevas conexiones interempresariales y de la vinculación entre las empresas con centros especializados de investigación. Esta condición se respalda por el marcado proceso de globalización en esta industria: en el presente, el diseño de carrocería, del motor y el ensamble final puede llevarse a cabo en varios países, con arreglo a una división internacional del trabajo. También hay que considerar que la producción de vehículos tiende a concentrarse en 13 ó 14 grupos de empresas y que México debería articularse a ellas o encontrar un "nicho" donde aprovechara sus ventajas comparativas. Los productos finales (autos y camiones) se tornan cada vez más especializados y complejos; la diferenciación es una forma de ingresar a los mercados potenciales. Pero estos requerimientos no se pueden satisfacer a menos que el cambio tecnológico se agilice. Sin alianzas con los líderes tecnológicos de esta industria, México deberá contentarse con asimilar tareas técnicamente sencillas, como procesos de fundición de hierro, forja y materiales de fricción. Además, si el país no mejora los niveles de calidad en la cadena productiva de esta industria, se verá tecnológica y comercialmente marginado en un sector que, paradójicamente, tiene amplios antecedentes y logros en el país.

La electrónica industrial

La "era electrónica" está penetrando a México por diversos caminos, desde el horno de microondas hasta los servicios financieros y bancarios. La cuestión

principal es si el país será receptor pasivo de este eslabonamiento de innovaciones o encontrará modalidades de inserción creativa.

Esta cuestión retoma, en estos momentos, gran importancia. Cuando se observan las múltiples y complejas interdependencias entre la electrónica y la industria, no se puede evadir la conclusión de que la primera es hoy la clave de un desarrollo dinámico, como lo fue el acero en el siglo pasado. En Alemania Federal, por ejemplo, se estima que un 73 por ciento de la actividad industrial se ve afectada, directa o indirectamente, por la electrónica. Procesos básicos como la automatización, la robótica, las máquinas herramientas y mediciones de precisión son impensables, o al menos ineficientes, sin ella. Más aún, la aplicación de la electrónica a motores de corriente alterna permitirá ahorrar mundialmente, hacia 1990, casi 1.5 millones de barriles de petróleo al día; esto es, el equivalente de buena parte de la producción petrolera mexicana. Esta es una señal de peligro y vulnerabilidad, pero también un reto que debe provocar nuevas iniciativas.

Esta industria es altamente dinámica a nivel mundial; crece con un ritmo anual de 20 por ciento. El crecimiento anual en sus principales ramas es: telecomunicaciones 23 por ciento; informática 29 por ciento; aparatos de consumo difundido 30 por ciento y aplicaciones industriales 15 por ciento.

La precaria incorporación del país a esta revolución industrial se concentra principalmente en la industria paraestatal: PEMEX, CFE y Petroquímica Básica. Pero el 95 por ciento del consumo se importa de Estados Unidos, Alemania, Japón, Inglaterra y Francia. Como en otros casos, el contacto entre la industria y las instituciones es casi nulo. Peor todavía, las condiciones de compra "castigan"

al fabricante local: mientras que al extranjero se le paga mediante una carta de crédito irrevocable, en dólares y en el momento de embarcar el equipo, el productor local debe esperar hasta 300 días para el cobro, después de haber entregado la mercancía.

El Instituto de Investigaciones Eléctricas ha ensayado algunas iniciativas para corregir esta situación. Por ejemplo, cuenta con un Departamento de Electrónica que aspira a fabricar unidades terminales remotas, demandadas por la CFE. También se empeña en producir reguladores de tensión alterna y de tensión para maquinaria locomotriz pesada (autobuses y palas mecánicas). De momento esta producción asciende a 5 millones de dólares anuales, pero no podrá crecer si no se fomentan la ingeniería de diseño de aplicación y los nexos entre las empresas creadoras y receptoras de esta tecnología.

Es necesario recordar que el ciclo de obsolescencia de esta industria es muy rápido y los rezagos en el diseño y en la comercialización impiden aprovechar cualquier ventaja comparativa con la que cuente el país. En este caso, la gestión tecnológica entre la innovación y el sector productivo debe ser particularmente ágil.

Por otro lado, el aprendizaje de la electrónica es sumamente complicado. Debido a que el ciclo de vida del producto es sumamente corto, se requiere de una inversión inicial muy alta; su recuperación posterior depende de que el aprendizaje tecnológico sea eficiente y de que el producto llegue rápidamente a los usuarios.

De esta manera, la industria electrónica coloca a México en una grave disyuntiva: o toma de inmediato iniciativas en este renglón o se verá forzada al

papel –acaso incorregible– de comprador de procesos automáticos que desplazarán consecuentemente a la mano de obra. Es de esperarse, además, que los gastos por licencias, marcas y patentes crecerán sustancialmente por el control oligopólico mundial de la superautomatización.

El problema tecnológico del país

El recuento del problema tecnológico en México, conduce directamente a replantear las bases conceptuales y operativas del desarrollo tecnológico. Las brechas se amplían en aquellos sectores estratégicos que son muy sensibles a la dinámica del crecimiento. Por lo tanto, se reduce sustancialmente la probabilidad de un ajuste expansivo que ha sido buscado afanosamente en los últimos años.

A corto plazo, la cuestión de mayor importancia no es adquirir la capacidad de innovar localmente, sino saber comprar tecnología con acierto. La compra no puede efectuarse sin selectividad y debe formar parte de una política económica que, a la larga, estimule aptitudes internas mediante la reorientación de la demanda de tecnología por parte del aparato productivo. Sin estas aptitudes es dudoso que se llegue a una modernización genuina.

De aquí que el problema tecnológico de México no se pueda abordar aisladamente puesto que tiene implicaciones directas en el desarrollo industrial, en el fomento de las exportaciones y en la generación de una infraestructura selecta. Desafortunadamente, ni los eslabones necesarios se han logrado, ni el gasto –público y privado– en investigación aplicada tiende a crecer. Al contrario, la coyuntura recesiva de los ochenta también ha afectado negativamente al desarrollo tecnológico.

El fomento de la demanda interna es decisivo. Hay que insistir en la importancia de reorientar el ahorro interno para estimular la demanda de tecnología por parte del aparato productivo; simultáneamente, la formación selectiva de recursos humanos es indispensable.

Sin pretender agotar todos los aspectos del problema tecnológico de México en los ochenta, cabe indicar algunas de sus debilidades sobresalientes:

- No se han instituido mecanismos de normalización, estandarización y control de calidad pues la demanda no los ha precisado, ya sea por su reducido tamaño o por su falta de diferenciación;
- La difusión interna de las innovaciones ha sido lenta e irregular debido al carácter de la tecnología importada y a la baja calificación de la mano de obra local;
- Los eslabones organizados entre los centros de investigación y los sectores productivos han estado ausentes;
- El gasto público y privado en innovaciones (creación y aprendizaje) ha dependido excesivamente de las fluctuaciones económicas de corto plazo, sin considerar que el riesgo inmanente a ellas y su largo ciclo de maduración exigen un financiamiento estable.
- Las fallas, imperfecciones y resultados contraproducentes tanto de la

influencia gubernamental en el desarrollo tecnológico como del patrón de industrialización sustitutiva son hoy obvias. No sólo se inhibió el cambio tecnológico, sino que se impidió en campos (como la electrónica) que constituyen la clave de la expansión económica y social futura;

- La infraestructura tecnológica indispensable carece de autosuficiencia financiera;
- No se ha prestado debida atención a los factores de la demanda tecnológica. Esta demanda podría impulsarse a través de laboratorios industriales conectados con empresas dirigidas a la exportación, acciones concertadas entre sector público y privado, difusión ordenada de información técnica y comercial que estimule a los mercados y vínculos selectivos con líderes tecnológicos externos.

La identificación preliminar de estas debilidades establece las bases para señalar nuevas directrices para el desarrollo tecnológico en el marco de una economía abierta a las grandes corrientes de la innovación, del comercio, de la información y de las finanzas. Sin estas directrices, los desequilibrios macro y microeconómicos continuarán, reduciendo cada vez más el alcance de un ajuste expansivo.

TERCERA PARTE

CAPITULO VI. HACIA UN DESARROLLO TECNOINDUSTRIAL

Conviene recordar las principales conclusiones de los capítulos y secciones anteriores, antes de colocar las bases para un nuevo tipo de desarrollo tecnológico en México.

En primer lugar, los ensayos que se han hecho en las últimas décadas han confundido los términos "ciencia", "tecnología" y "crecimiento". Dichos términos han sido abordados con frecuencia en una escala unidimensional y con el enunciado de nexos causales directos, que tienen escasa validez empírica.

Esta confusión ha acarreado implicaciones conceptuales y operativas erróneas.

En segundo término, los planes y programas nacionales creados por diversas instituciones han puesto excesivo acento en la oferta de conocimiento (inversiones en infraestructura y educación superior) con marcado descuido de los factores de demanda y de vinculaciones intersectoriales y entre empresas, así como entre centros de investigación y la actividad productiva.

A esto debe agregarse el hecho de que las empresas no han enfrentado un entorno que las obligue a adquirir una capacidad tecnológica; es decir, a asimilar, adaptar y desarrollar tecnologías. La apertura comercial implica que de aquí en adelante esto ya no será así. Se necesitan mecanismos que corrijan las fallas de los mercados tecnológicos para asegurar la inversión de las empresas en innovación tecnológica.

Resulta claro, además, que el problema tecnológico de México es un rezago acumulativo de innovaciones en sectores tradicionales y emergentes. La excesiva interferencia gubernamental, con su amplio poder discrecional, y el modelo sustitutivo de industrialización altamente protegido –seguido hasta hace poco tiempo– entorpecieron la difusión social y comercial de los cambios tecnológicos.

Si bien es cierto que en esta década se han gestado restricciones severas al crecimiento, también se presentan posibilidades para un ajuste expansivo. Una nueva política tecnológica que fomentara una cultura tecnoindustrial, con nuevos y dinámicos rasgos, podría facilitar el alcance de este ajuste.

OBJETIVOS DE UN AVANCE TECNOINDUSTRIAL

Con fundamento en las premisas anteriores, cabe señalar que el futuro desarrollo tecnoindustrial deberá tener presente la apertura de la economía mexicana y la necesidad de un cambio en el papel del gobierno. Por lo que respecta a lo primero, la eliminación de esquemas de protección a la industria y la liberalización del comercio obligarán al sector productivo a modernizarse y a elevar su productividad. Este proceso de ninguna manera es gratuito; la reestructuración del aparato industrial será dolorosa y sólo sobrevivirán aquellas empresas que logren ser competitivas a nivel internacional.

Dentro de este nuevo esquema, la tecnología es un factor clave; utilizarla y, más aún, hacerlo eficientemente son imperativos para el desarrollo futuro de la industria y el país. La competencia en el mercado global –México incluido– será

cada vez más feroz y, sin duda alguna, el avance y desarrollo tecnológico es una de las herramientas más importantes para poder enfrentarla. En lo referente a lo segundo, se precisa de un cambio en el actuar gubernamental para crear condiciones y ambientes que faciliten una fluída operación de los mercados con el fin de que la tecnología embone con el desempeño industrial y con actividades conexas. El cambio tecnológico debe incorporarse a estructuras productivas y administrativas, creando así una retroalimentación con el propósito de favorecer la modernización del país, su incorporación exitosa a la economía global y el aumento generalizado en el nivel de vida de la población.

Sin embargo, y dada la brecha tecnológica del país respecto a los países industrializados, es ingenuo pensar que sea posible generar conocimientos y tecnología de punta en el corto plazo, aun y cuando se contara con un adecuado apoyo público en un ambiente propicio de fomento al desarrollo tecnológico. México, como muchos otros países, no dispone en la actualidad de la infraestructura necesaria y suficiente, tanto material como humana, para desarrollar tecnología propia. Como es bien sabido, el desarrollo tecnológico es un proceso de lenta maduración –un proyecto eminentemente de largo plazo– que, no obstante, requiere ser fomentado en el corto y mediano plazo. En un primer momento, lo más conveniente es continuar con la transferencia de tecnología, ya que mediante ésta es posible lograr grandes avances hacia la modernización tecnológica en un tiempo relativamente corto, con una inversión comparativamente baja y con resultados tangibles en el corto plazo. Sin embargo, esta transferencia deberá ser complementada con una correcta adaptación –tomando en cuenta los requerimientos del país– y con servicios de capacitación para lograr un uso más eficiente de la misma. En el mediano plazo, una vez asimilada esta tecnología, será posible emplearla en procesos distintos a los

originales, mediante una investigación no sólo de su operación, sino también de su diseño para, más tarde, poder modificarla sustancialmente, difundir los avances y desarrollar una oferta local de conocimientos tecnológicos por medio de una adecuada institucionalización que vincule el desarrollo tecnológico con el sector industrial. La política tecnológica propuesta deberá, por lo tanto, apoyar estas etapas consecutivas con una visión englobadora de largo plazo que haga posibles los saltos cualitativos señalados, cuidando de ser congruente con los cambios en los sectores económicos y en la economía global.

Como puede observarse, a lo largo de las tres fases, la inversión en desarrollo tecnológico va siendo cada vez más necesaria, por lo que la política tecnológica propuesta deberá orientarse y enfatizar las diversas actividades de acuerdo a este continuo. De ninguna manera puede pretenderse un desarrollo "autárquico" de la tecnología. Lo que importa es la modernización de la planta industrial, y la manera más rápida, barata y eficiente de lograrlo es mediante la adquisición de tecnología extranjera. La tecnología no es importante por sí misma, sino porque puede facilitar y mejorar la actividad productiva, mejorando calidad, haciendo más eficiente el proceso de producción, disminuyendo precios del producto, flexibilizando la producción, utilizando eficientemente los insumos, disminuyendo tiempo de producción e incrementando la capacidad de respuesta del sector productivo ante cambios en el entorno. Es así que el crecimiento de la productividad se encuentra ligado a la modernización tecnológica y que ésta es la clave de la competitividad.

Más concretamente, los objetivos de un avance tecnoindustrial para la próxima década deberán ser:

- incrementar las exportaciones no petroleras, sobre todo las manufactureras, reparando cadenas productivas rotas o estropeadas por la presente coyuntura;
- dispensar fluidez a la vías de comercialización en el exterior con el auxilio del sector público y mediante acuerdos entre empresas;
- apoyar la industrialización del país con base en el incremento de capacidades tecnológicas que deriven en una mayor productividad;
- perfeccionar la infraestructura tecnológica para afinar el conocimiento de lo que se debe adquirir y asimilar;
- elevar el ritmo y la difusión de innovaciones mediante transferencias acertadas y adaptaciones oportunas y el apoyo organizado a los intermediarios (brokers) tecnológicos;
- incrementar la competitividad de los sectores industriales mediante la atención a todas las etapas de la producción, en los que estén presenten avances tecnológicos, desde los controles de calidad hasta las modalidades de entrega de los productos;
- elevar y ampliar en número, calidad y diversidad la formación de recursos humanos enfocados a satisfacer las necesidades del sector productivo (sobre todo las áreas técnicas, las ingenierías y las administrativas).

LA FALTA DE CONEXION ENTRE OFERTA Y DEMANDA TECNOLÓGICA

La desvinculación existente entre la tecnología y la producción se ha visto reflejada en varios rubros. Por una parte, en la agricultura se manifiesta dicha desvinculación en la irregular modernización del campo, en el declive del producto y de la productividad agrícolas, así como en la creciente importación de alimentos que compite adversamente con la indispensable adquisición de bienes de capital.

Por otro lado, la plataforma energética ha llevado a que la actividad petrolífera se limite a niveles primarios de explotación, por lo que no se ha producido una "industrialización" del sector, con la consiguiente falta de suministro de insumos sofisticados a la industria.

Por último, la producción de bienes de capital no ha avanzado significativamente debido a la complejidad tecnológica que entraña, a su baja rentabilidad (respecto del mercado interno cautivo) y a la competencia internacional con la que debe lidiar. Así, la industria no se ha beneficiado de una irradiación constante de avances tecnológicos y ha mantenido, por otro lado, un déficit externo continuo.

En el marco de estas grandes desarticulaciones se concretaron rupturas que afectaron a las unidades que, en la práctica, son las que protagonizan la innovación tecnoindustrial.

LA MICROECONOMIA DE LA INNOVACION

Se necesitan establecer articulaciones que gesten un ambiente propicio al desarrollo industrial –articulaciones a nivel macro–, y otras que posibiliten la gestión y el eslabonamiento de las innovaciones, a nivel micro. En México, estas articulaciones son débiles en ambos sentidos. Sin embargo, las investigaciones y las políticas se han concentrado a nivel macro con descuido del micro. El vacío del nivel micro sólo puede ser llenado en la medida en que se formulen algunas aproximaciones desde una "microeconomía" de la innovación.

Para ello se debe considerar, en primer lugar, que los cambios tecnológicos no están divorciados de los organizacionales y, con frecuencia, coinciden o se confunden con ellos.

En segundo término se debe tener presente que las mejoras técnicas responden generalmente a una demanda identificada en el mercado y que el éxito de la microinnovación depende de la velocidad con que se efectúen las pruebas reales de mercado.

Además, hay que considerar que las innovaciones acumulativas emanan de un aprendizaje industrial local y recogen irradiaciones indirectas de la tecnología importada. No sólo esto, sino que las microinnovaciones dependen de un reconocimiento primario de factibilidad técnica, que a su turno es función de una masa crítica mínima.

Por último, cabe mencionar que las innovaciones graduales son más difundidas de lo que de ordinario se piensa y entrañan una inversión sostenible por

empresas pequeñas y medianas.

La microeconomía de las innovaciones es muy sensible a las oscilaciones de la demanda y a la posibilidad empresarial de detectarlas. El esquema de la microinnovación (oportunidad - idea - solución - prototipo - comercialización - difusión tecnológica) sería improbable sin un mínimo de desempeño competitivo, facilitado por el juego de mercados. La experiencia húngara ejemplifica claramente la necesidad de adoptar un enfoque de este tipo. En efecto, a pesar del carácter socialista de este país, se encontró que no se podía abreviar –y así apresurar– el ciclo de vida de los productos electrónicos a menos que 1) se detectara una demanda en el mercado; 2) se facilitara la comunicación organizacional; 3) se contara con una infraestructura de tamaño suficiente; 4) la innovación y su secuencia se orientaran al mercado; y 5) se tolerase la creatividad de agentes clave de la innovación.

En otras palabras, las innovaciones graduales –factibles y necesarias en México– fluyen de un "microclima" organizacional compuesto por eslabones entre agentes que desempeñan un papel crítico en el cambio tecnológico. Este microclima puede verificarse al interior de una empresa grande, que tendría un espacio especializado en investigación y desarrollo, o en un complejo de empresas pequeñas que compartan un laboratorio, o bien en empresas ligadas a una fuente proveedora de tecnología.

El microclima que facilita innovaciones se compone de una red de funciones críticas que guardan íntima comunicación organizacional. Entre estas funciones cabe señalar, en primer lugar, al generador de ideas, sensible a las oportunidades del mercado y debidamente reconocido por su desempeño.

Junto al generador de ideas se necesita un promotor de proyectos, que "traduce" y vende las ideas del primero. Es necesario además que exista un líder del proyecto, que procede a una división del trabajo, impone un cronograma y se guía por un conjunto de indicadores de desempeño.

Por otra parte, hace falta la vinculación con la fuente crediticia, que puede estar constituida por un inversionista individual o un organismo que ofrece capital de riesgo.

Por último, existe la función del "portero" (gatekeeper) que regula la información entre los ambientes externos e internos mediante conocimientos del mercado, de nuevas oportunidades tecnológicas, y el contacto estrecho con el generador de ideas, cerrando así el perímetro del microclima.

Debe advertirse que sólo se tendrá éxito en la medida en que estos componentes estén articulados entre sí. Todos ellos existen en México, aunque la intercomunicación es deficiente por la lejanía de las señales del mercado, producto de un proteccionismo industrial que ya ha sido discutido en los capítulos anteriores.

HACIA UNA NUEVA POLITICA TECNOLOGICA

México necesita definir, hoy más que nunca, una política de desarrollo tecnológico que incluya una eficiente y correcta adaptación de la tecnología extranjera, su asimilación y desarrollo, así como el impulso a la institucionalización

de la investigación e innovación tecnológica que se vincule estrechamente al proceso de modernización de la planta industrial y del país en general.

El grado de competitividad que el país pueda lograr no debe basarse ya en mano de obra barata –ventaja comparativa por demás estática– sino en factores dinámicos, como la tecnología, la calificación de la fuerza de trabajo, la existencia de cuadros de ingenieros con capacidades probadas en el campo tecnológico, la inversión en investigación y desarrollo tanto pública como privada, etcétera. Todos estos elementos han contribuido a elevar sustancialmente el nivel de productividad y, por ende, de competitividad, en aquellos países que los han promovido adecuada y sistemáticamente. México no tiene por qué ser la excepción.

El papel del gobierno en el nuevo consenso económico

El sector público mexicano ha tenido una participación directa y decisiva en el desarrollo tecnoindustrial del país dentro del marco de la industrialización sustitutiva. Sin embargo, este modelo ha dejado de ser realidad en el país, por lo que se precisa un cambio en la naturaleza de la participación gubernamental en el campo tecnológico. En términos generales, el cambio que debe experimentar el gobierno se encuentra guiado por la misma apertura de la economía. Esto es, en una economía cerrada el gobierno es quien, en principio, toma las decisiones con un carácter más o menos centralizado, mientras que en una economía abierta la toma de decisiones se descentraliza por definición, dando mayor latitud de acción a todos los actores. La mayor ventaja de esta descentralización es que la toma de decisiones se origina en los lugares en donde se perciben con mayor claridad y oportunidad los cambios que se van presentando en el entorno, dando así una

mayor fluidez a las acciones derivadas de la toma de decisiones. Lo anterior implica que la ingerencia gubernamental deberá ser más bien indicativa e indirecta. En lugar de una intervención profunda, cabe ofrecer a empresas y mercados un juego más amplio. Ciertamente, el sector público seguirá ejerciendo un papel de suma importancia en este campo, pero su participación debe ser cualitativamente distinta. De ninguna manera se propone la supresión de la rectoría del Estado, sino una participación más general, racionalizada y dinámica que favorezca una mayor vinculación entre tecnología e industria, una eficiente adaptación de tecnología extranjera, una adecuada articulación inter e intrasectorial y, en el largo plazo, el desarrollo local de tecnología y conocimientos.

Un equilibrio intersectorial adecuado favorecería una nueva "cultura technoindustrial" que, de hecho, la liberalización comercial ha vuelto imperativa. Este equilibrio intersectorial demanda una estricta coordinación y congruencia entre la política tecnológica con las políticas de orientación industrial y comercial vigentes, así como de los instrumentos directos con que cuenta el gobierno, como son la política fiscal y la inversión pública.

Siempre deberá tenerse presente que el desarrollo tecnológico es un medio para incrementar la productividad de los factores con el fin de satisfacer las necesidades del mercado y obtener ventajas competitivas que permitan competir con las importaciones y promover las exportaciones. Así pues, la estrategia de apoyo al desarrollo tecnológico, si bien es una tarea de muchos años, requerirá desde ahora de enormes esfuerzos, recursos y decisiones tanto en el sector público como en el privado.

El ajuste expansivo que México necesita habrá de estar basado en el desarrollo tecnoindustrial. El papel del gobierno será el de hacerlo posible y para ello se requiere antes que nada dar permanencia a las medidas de apertura, pues sólo así se comprenderá la necesidad de desarrollar capacidades tecnológicas para lograr la modernización industrial y del país.

Por otra parte, hace falta modernizar el sector paraestatal con el fin de hacerlo eficiente, lo que implica precios y calidad de sus productos a niveles internacionales, entrega oportuna, prestación eficiente de servicios como electricidad, teléfono, vías de comunicación, etcétera. Sin la modernización del sector público en general y del paraestatal en particular, será imposible el desarrollo de toda la industria.

Se deberá acelerar el cambio tecnológico en el sector productivo mediante el suministro de información sobre oferentes e innovaciones, auxilio a adaptaciones necesarias y, a más largo plazo, incentivos a la creación de tecnologías menores e, incluso, mayores.

Será necesario ofrecer crédito y estímulos fiscales a este cambio tecnológico acelerado. En cuanto al crédito, será particularmente importante ampliar los programas de "riesgo compartido" y vincularlos a la actividad productiva de manera más directa, a fin de que se contemple también la compra de equipos y la instalación de nuevos procesos. El ascenso del gasto privado en investigación industrial deberá ser premiado a través de estímulos fiscales y complementado con estímulos de otra índole.

Se deberá motivar la descentralización y reconcentración de la actividad

tecnoindustrial en la forma de parques industriales en el interior del país. Asimismo, se necesitan fomentar y apoyar convenios y enlaces con empresas extranjeras exportadoras, con el fin de conocer nuevas vías de comercialización y acelerar el aprendizaje tecnológico local.

Será indispensable desregular sectores clave (como comunicaciones) y actividades que se encuentran controladas (como inversión extranjera directa y transferencia de tecnología) para dar mayor acceso a fuentes de tecnología y mayor atracción para la inversión extranjera con tecnología de punta con el fin de romper cuellos de botella existentes en la industria. De la misma manera, hará falta reducir los controles institucionales y administrativos en favor de los vehículos del mercado. Ya se ha advertido que estos controles han gestado rigideces y distorsiones; se impone por lo tanto un vuelco de las inercias burocráticas.

Se necesitan impulsar las fuerzas de demanda mediante la apertura comercial en los sectores automotriz y electrónico y la promoción continua de las exportaciones. Este clima de competencia, con un ritmo acertado de liberalización, incentivará la demanda tecnológica que de momento es insuficiente.

Paralelamente, se debe apoyar al aprendizaje tecnológico, con el propósito de preparar el terreno para una etapa más avanzada del desarrollo tecnoindustrial. En muchos casos habrá necesidad de diversificar y multiplicar los centros de adiestramiento técnico y tecnológico, ofreciéndoles, además, mecanismos de intermediación y extensionismo tecnológico.

Continuamente se necesitarán identificar las insuficiencias tecnológicas en los sectores productivos, con el fin de remediarlas con recursos (laboratorios,

centros de investigación, gestión tecnológica, etcétera) locales o con la transferencia de tecnología. Por último, en colaboración con las instituciones de financiamiento, se deberán crear instrumentos financieros especializados que contemplen todas las etapas del desarrollo tecnológico.

El gobierno deberá dar forma a una política tecnológica de carácter general –evitando caer en aspectos secundarios y centrándose únicamente en las grandes directrices–, clara y transparente que no permita ambigüedades en su interpretación o discrecionalidad en su aplicación. Esto evitará que se caiga de nuevo en un intervencionismo asfixiante que sólo impediría un manejo efectivo de esta política convirtiéndose, por lo tanto, en una traba al desarrollo tecnológico.

Los apoyos que emanen de esta política deben ser aplicados uniformemente a todo proyecto que compita por subsidios indirectos sin considerar la industria o el área tecnológica del que surja. Un apoyo neutralmente concedido es, sin duda, la mejor opción ya que permite la acumulación de una amplia experiencia e información, sin sofocar la iniciativa y la creatividad.

Los instrumentos y mecanismos con que cuente esta política deberán hacer accesible y ágil la adquisición de tecnología en el corto plazo, mediante la eficiente vinculación entre oferta y demanda de tecnología, su asimilación y adaptación en el mediano y su desarrollo en el largo plazo.

La estrategia para desarrollar capacidades tecnológicas debe contemplar tanto los apoyos que hagan posible este desarrollo, así como aquellos factores tecnológicos que será necesario promover con el fin de darle permanencia y continuidad a este proceso. Entre los primeros cabe destacar la investigación y

desarrollo de tecnología, la gestión tecnológica, la información y el financiamiento. En cuanto a los factores tecnológicos, es importante mencionar diversas estructuras legales y regulatorias que tienen una incidencia directa en el desarrollo tecnológico, como son la ley de inversión extranjera directa, el registro de patentes y de transferencia de tecnología y las prácticas establecidas en materia de la normalización y metrología. Finalmente, resulta de vital importancia recalcar el nuevo papel que deberá jugar el sistema educativo en este proceso.

Apoyos para el desarrollo tecnológico

1. Investigación y desarrollo de tecnología

La clave del desarrollo industrial futuro de México se basa en una estrecha vinculación con el desarrollo tecnológico; por lo tanto, es indispensable incrementar los nexos entre el sector productivo y la investigación y desarrollo tecnológicos. Las actividades a ello conducentes pueden llevarse a cabo en centros especializados de carácter público o privado, en universidades, en centros no lucrativos creados por cámaras y asociaciones empresariales o bien, dentro de las propias empresas.

Los centros de investigación y desarrollo y los institutos públicos especializados fueron creados para apoyar el avance industrial; sin embargo, los resultados han sido, en general, bastante pobres aunque, como se ha apuntado anteriormente, han habido importantes excepciones. Su desvinculación con el sector productivo se ha debido principalmente a dos factores: a) se han apoyado proyectos específicos siguiendo un criterio tecnológico –y no uno económico–, lo

que ha desembocado en la aprobación de proyectos únicamente por su valor científico o tecnológico, sin tomar en cuenta la viabilidad comercial de desarrollo y difusión del mismo; y b) al contar con apoyos y recursos públicos –y tener, por lo tanto, asegurada su supervivencia–, no se han visto en la necesidad de responder a las demandas del sector productivo. El resultado ha sido una marcada desvinculación entre estos centros y la vida real. Es urgente, pues, perfeccionar y modificar sus objetivos, funcionamiento, organización y financiamiento con el fin de que puedan satisfacer las necesidades del sector productivo.

El objetivo principal de estos centros especializados debe ser, en el corto plazo, el fácil flujo de la transferencia tecnológica y el ajuste a las condiciones locales para hacer posible el aprendizaje tecnológico en las empresas; esto permitirá, en el mediano y largo plazos, la adaptación y generación de tecnología propia. Su funcionamiento debe, por lo tanto, hacer hincapié en el contacto cercano con los usuarios de las tecnologías y en la aptitud para adaptarse a los proyectos y demandas que éstos planteen. Su reorganización habrá de implicar cambios en los criterios de evaluación de la eficiencia institucional, el estímulo de sinergias y complementaciones, así como la reducción de duplicaciones disfuncionales.

El cambio en la estructura de financiamiento encierra la creación de mecanismos de subvención del tipo de "empatar fondos" (matching funds) con el fin de forzarlos a satisfacer las necesidades de la planta productiva. Es decir, otorgar financiamiento público en la medida en que el centro venda servicios, y por una cantidad proporcional a la aportada por el centro mismo. La puesta en marcha de este mecanismo implica que en lugar de seguir gozando de partidas presupuestales para su funcionamiento –independientemente de que cuenten o no

con proyectos, como viene ocurriendo hasta el momento—, el gobierno establezca una suma para financiar los gastos de operación del centro única y exclusivamente cuando éste consiga un contrato para un proyecto específico. La suma concedida podría ser menor, igual o mayor al costo de los proyectos vendidos; pero el objetivo sería el de incentivar la interrelación entre la planta productiva y el desarrollo tecnológico. De esta manera, los centros de investigación públicos se volverían eficientes, desarrollarían una orientación comercial que facilitaría su vinculación con el aparato productivo resolviéndose, al mismo tiempo, el problema del criterio en la elección de proyectos, ya que sería necesario hacer una evaluación de carácter económico y no sólo tecnológico. Pero lo más importante es que, con estos fondos, los centros de investigación podrían iniciar un verdadero desarrollo científico que se tradujera en ciencia propia vinculada no sólo al desarrollo de tecnología, sino al del aparato productivo. En otras palabras, México podría lograr un desarrollo científico a partir del tecnológico.

La apertura comercial del país obligará al sector industrial a volverse competitivo —lo que significa que deberá construir y hacer uso de ventajas competitivas dinámicas como la tecnología— y, por lo tanto, a recurrir a los centros de investigación tecnológica. Lo anterior implica que en los futuros inmediato y mediano la demanda por los servicios prestados por dichos centros se verá incrementada fuertemente. Esto daría la posibilidad de que los centros de investigación privados se multiplicaran, pues a pesar de que no gozarán de subvenciones como sus contrapartes públicas, estas últimas no podrían cubrir el incremento aun llevando a cabo la reestructuración necesaria. La función de estos centros privados es la misma que la de los públicos: apoyar al sector productivo en su desarrollo tecnológico. Su reto será crear y organizar una oferta competitiva de

servicios en investigación y desarrollo tecnológicos, mediante el reforzamiento de sus capacidades de enlace, con una orientación comercial, alto grado de creatividad y propensión al riesgo.

En México, como en otros países de incipiente desarrollo industrial, los nexos entre las universidades y las empresas se han iniciado apenas en la última década. Las dificultades para que esto suceda se han debido, principalmente, a que las actividades de una y otra partes son percibidas por ellas mismas como contradictorias y no como complementarias. Esta errónea percepción ha hecho difícil concertar los intereses entre investigadores y empresarios, tratar el delicado tema de la propiedad industrial, interesar a los investigadores aptos para el proyecto, acordar las condiciones de financiamiento, etcétera. Sin embargo, el desarrollo de capacidades tecnológicas demanda una mayor vinculación industria–universidad. Entre otras cosas, será necesario dar libertad a los investigadores para que se vinculen con proyectos de investigación demandados por alguna empresa o sector productivo. El consiguiente incremento en la comunicación multiplicaría el desarrollo de proyectos en común, con amplios beneficios para ambas partes: la planta industrial vería cubiertas algunas de sus necesidades tecnológicas estratégicas para poder desarrollar una posición competitiva, y la universidad se allegaría recursos frescos que le permitirían operar con mayor desahogo.

El gobierno podría apoyar el avance y modernización industrial y agilizar el desarrollo tecnológico facilitando la vinculación entre los centros y universidades con el sector productivo. Una manera de hacerlo sería otorgando subvenciones indirectas, como créditos fiscales contra impuestos federales, a toda empresa ubicada en México –sin importar su origen– que lleve a cabo contratos específicos

de investigación y desarrollo en cualquiera de las modalidades mencionadas. La deducción impositiva propuesta podría incrementarse a, por ejemplo, 75 ó 100 por ciento, con una duración máxima de 15 años. Este apoyo podría sentar la pauta para el desarrollo de capacidades tecnológicas que harían posible la modernización de la planta industrial.

Para cubrir necesidades muy específicas ante el inminente aumento de la competencia, es posible que las mismas asociaciones o cámaras empresariales formen centros de investigación no lucrativos que respondan a las demandas propias de su rama o sector; o bien que dentro de las mismas empresas se creen laboratorios y departamentos de investigación y desarrollo tecnológicos. En cualquiera de los dos casos, la deducción impositiva para la empresa debe ser igual que la concedida por acudir a una universidad o a un centro de investigación, ya sea privado o público. Esto debe ser así, porque uno de los objetivos de la política tecnológica es lograr una capacidad y desarrollo tecnológicos, sin importar en dónde se lleven a cabo.

2. Gestión tecnológica

La gestión tecnológica debería representar en México el núcleo de las articulaciones microeconómicas. Estas articulaciones no implican organismos burocráticos de fomento, sino intermediarios tecnológicos cuya tarea es vincular eficientemente la oferta con la demanda de tecnología.

La función fundamental de la gestión tecnológica sería la planeación estratégica que define los grandes objetivos de la empresa, regula los grupos

creativos/propagadores de innovaciones y promueve contactos con fuentes de pronóstico tecnológico para anticipar oportunidades y la asesoría en la negociación para la adquisición, aplicación, generación y desarrollo de tecnologías.

Sin embargo, las funciones de gestión tecnológica incluirían también el manejo de derechos de propiedad industrial como patentes, disposiciones sobre regalías y requisitos de registro; la comunicación y vinculación con las franjas del sector productivo o del aparato gubernamental que interesan a las distintas empresas; la búsqueda de nuevos recursos provenientes de la infraestructura (u oferta disponible de recursos humanos) capaces de interpretar y operacionalizar las direcciones del pronóstico tecnológico/mercado; la mercadotecnia de innovaciones que se ocupa del análisis de mercados, identificación de nuevas necesidades/oportunidades, evaluación de los desempeños tecnoindustriales y propagación comercial de las innovaciones; y contactos con agentes internacionales en materia comercial, industrial y tecnológica.

Existen ejemplos que ilustran estas vinculaciones. El Centro de Innovación Tecnológica (CIT) de la UNAM, por ejemplo, fundado hace cuatro años (1985), ya ha suscrito 128 contratos de gestión y de apoyo –vinculando a la industria con la universidad– y ha comenzado a diseñar el primer "parque tecnoindustrial" en Morelos. Sin embargo, con frecuencia la UNAM no puede satisfacer –por ausencia de nexos– las solicitudes que, por medio del CIT, realizan empresarios (públicos y privados), además de padecer incertidumbres propias que estropean la comunicación. Es probable que, con base en la experiencia de este Centro, se establezcan firmas particulares de gestión y de intermediación, proceso que

recordaría el desprendimiento del INFOTEC del CONACYT, que fue provechoso para las partes interesadas.

La experiencia del CIT indica que la gestión entre la universidad y el sector productivo pasa por las siguientes etapas:

- la aparición de un intermediario o "traductor" que, a petición de la empresa, formula el problema tecnológico que ésta presenta a la UNAM;
- evaluación científica, técnica y legal de la demanda;
- localización de los investigadores de la UNAM aptos para satisfacer la solicitud;
- vinculación, por intermedio del CIT, del investigador con la empresa, para establecer las condiciones del contrato;
- seguimiento de este nexo investigador-empresa.

Casi la mitad de los pedidos de las empresas no son atendidos por el CIT. Las razones de ello estriban en la escasa factibilidad del proyecto o en la ausencia de investigadores capaces e interesados. En estas circunstancias, el CIT devuelve la solicitud y la empresa debe encontrar el servicio buscado en otro centro de gestión tecnológica.

Otra experiencia que es oportuno reseñar pertenece al Centro de

Tecnología Electrónica e Informática (CETEI). La iniciativa partió de la Cámara Nacional de la Industria Electrónica y de Comunicaciones Eléctricas (CANIECE) en 1982 y fue recogida por la UNAM en 1986. De común acuerdo con la SEMIP (Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal) se estableció un fideicomiso en Nacional Financiera, que creó oficialmente al CETEI en marzo de 1987. Cabe señalar que el Comité Técnico de este organismo es mixto: cuatro representantes de la UNAM, cuatro de la Cámara Industrial y uno del sector bancario. Por esta vía, el CETEI institucionaliza sus tareas de intermediación tecnológica. De momento es prematuro evaluar las labores del CETEI. Se propone movilizar recursos en dos fuentes: los fideicomitentes y la venta de servicios, y se inclina a residir en las empresas mismas. En los pocos meses transcurridos desde su fundación, el CETEI ha logrado un 40 por ciento de proyectos en el sector privado, igual porcentaje en empresas públicas y un 20 por ciento en instituciones académicas. Se empeña en especializarse en el diseño de circuitos integrados y en la comunicación entre computadoras.

Aunque estos ejemplos, incipientes, son prometedores, la mayor parte de la gestión tecnológica tendrá que hacerse directamente por el sector productivo, quizá a través de las cámaras respectivas. En cualquier caso, y con el fin de que las actividades de gestión tecnológica se organicen eficientemente, hay que tener presente que: a) debe existir un proceso iterativo de aprendizaje entre el proveedor y el usuario de la tecnología; b) las empresas pequeñas y medianas poseen ventajas de flexibilidad, precisamente en las tecnologías de punta, si son respaldadas por un conglomerado apto para aprovechar esas ventajas; c) es necesario estimular el aprendizaje tecnoindustrial dentro de las empresas, para perfeccionar los microclimas y rectificar los ciclos de vida de los productos en respuesta a los mercados.

Para que el sector industrial pueda hacer uso de estos servicios, el gobierno podría otorgar deducciones impositivas hasta del 100 por ciento después de impuestos a toda empresa que solicitase este servicio. Este apoyo tendría una duración máxima, por ejemplo, de dos años, pues es indispensable que el sector industrial se reorganice y adecúe a las necesidades y requerimientos del nuevo entorno en el menor tiempo posible.

3. Centros de información

Los centros de información forman parte de una red de extensionismo tecnológico que las empresas requieren para contar con información oportuna, adecuada y suficiente acerca de las condiciones tecnológicas de su rama y de sus competidores, posibles proveedores y compradores, innovaciones en procesos y productos, nuevos nichos de mercado y oportunidades de comercialización, posibilidades de integración horizontal, etcétera.

Actualmente, en México se pueden obtener servicios de información a través de distintos centros. El Fondo de Información y Documentación para la Industria (INFOTEC), fue creado en 1974 como un fideicomiso de Nacional Financiera y el CONACYT, con el fin de separar las funciones de información técnica llevadas a cabo dentro del mismo centro por el Servicio de Información Técnica. Entre los servicios que INFOTEC presta se encuentran:

- la consultoría en planeación estratégica, búsqueda de oportunidades de mercado, factibilidad, ubicación geográfica óptima, recursos humanos y, en general, consultorías en el área económico-financiera;

- asesoría técnica en monitoreo tecnológico, diagnóstico técnico, sistemas computacionales e informática;
- identificación, selección y evaluación de tecnologías;
- gestión en la negociación y comercialización tecnológica;
- capacitación mediante cursos y seminarios en áreas como planeación estratégica, administración de tecnología y de producción, análisis de productividad y de calidad, así como uso de paquetes computacionales; y
- servicios de información técnica con cobertura y enlace con otros acervos, complementada por elementos de accesibilidad y facilidad de búsqueda, así como la consulta a requerimientos específicos de la industria. Este servicio se puede obtener por medio de la afiliación, consultas o convenios.

Como puede observarse, este centro ha complementado la información técnica que proporciona, con otros servicios afines, buscando ofrecer un servicio más extensivo. Asimismo, ha logrado desarrollar servicios diferenciados en función de las necesidades de información de cada segmento industrial y de mercado gracias a la fuerte orientación de demanda que presenta. La gran vinculación lograda con el sector industrial ha hecho que sus ingresos se eleven en tal forma que es autofinanciable en casi tres cuartas partes.

Por su parte, el Sistema de Información Científica y Tecnológica (SICYT) suministra datos, documentos y bibliografías y alienta el préstamo e intercambio

de materiales. Este servicio abrió el paso, durante la última década, al Servicio de Consulta a Bancos de Información (SECOBI) que cuenta con acceso a 500 bancos nacionales y extranjeros que incluyen 250 millones de referencias.

El SECOBI ofrece conocimientos útiles a los usuarios mediante:

- instalación de terminales, asesoría en la consulta de barreras y aplicación del correo electrónico;
- "atención de mostrador" al público en general y a otros bancos de información;
- obtención de documentos técnicos y administrativos;
- traducción de documentos;
- cursos de capacitación para operadores;
- suministro de datos en la sala de información y análisis.

Este sistema posee también modalidades de apoyo, tales como: registro de publicaciones periódicas nacionales, catálogo colectivo de publicaciones seriadas, creación y desarrollo de redes de información y asistencia a bibliotecas. SECOBI auxilia a los empresarios con estos servicios, en adición a la proyección de programas por videograbadoras, al registro de publicaciones seriadas (código ISSN) y a la elaboración de boletines, directorios y manuales. Sin embargo, estos servicios aún adolecen de ciertos problemas. El principal de ellos se refiere a su

orientación, pues en la mayoría de los casos se encuentran más enfocados a satisfacer las necesidades de investigadores, catedráticos y tecnólogos, funcionando más como bibliotecas, en lugar de responder a los requerimientos de las empresas. Si bien INFOTEC constituye un buen ejemplo de servicio al sector industrial, es imposible que un solo centro pueda cubrir el incremento en la demanda que previsiblemente se generará como respuesta a la apertura de la economía. Resulta indispensable, por lo tanto, el apoyo a la creación de centros de información con acervos actualizados, amplia cobertura, diversificados y especializados geográfica y sectorialmente, con una orientación empresarial y conectados con fuentes de información internacionales. Estos centros podrían funcionar con mecanismos de "empatar fondos" (matching funds) con el fin de que operen eficientemente desde su creación. Por supuesto, también es posible que las mismas cámaras o asociaciones empresariales formen centros de información que, a su vez, se conecten con centros de información tecnológica y comercial del extranjero. Al igual que en casos anteriores, los usuarios de estos centros podrían gozar de subvenciones indirectas de hasta el 100 por ciento, por ejemplo, vía impuestos, con una duración de corto plazo con el fin de hacer más accesible y rápida la información a las empresas que la soliciten. Asimismo, será necesaria la publicación de información sobre agentes tecnológicos, gestión tecnológica, consultoría, etcétera. De nada sirve la información si ésta no se difunde y se da a conocer.

4. Centros de financiamiento

En México, el sector financiero se ha transformado de manera acelerada en los últimos años y, a pesar de que no ha alcanzado aún el grado de sofisticación que ostentan algunos sectores financieros de países desarrollados, posee una

gran variedad de instrumentos e instituciones que presentan alternativas bastante variadas. No obstante lo anterior, el financiamiento de la tecnología es un área que ha recibido mucha menor atención de la que merece.

El financiamiento del desarrollo tecnológico no se restringe exclusivamente al problema de crear fondos que puedan ser otorgados en crédito, sino que depende fundamentalmente de la capacidad para generar nuevas técnicas financieras que puedan hacer frente a los problemas de riesgo y plazos que la inversión tecnológica supone. Es necesario contar con técnicas financieras que logren desagregar los riesgos de distinta índole que se presentan en los proyectos tecnológicos y extender dichos elementos de riesgo de manera tal que participen de ellos el mayor número posible de agentes.

Se requiere, asimismo, de instrumentos en los que sea más selectivo el destino del financiamiento y que los proyectos y sus fases específicas se encuentren lo más segmentados y diferenciados que sea posible. Sólo de esta manera se podrá contar con instrumentos que respondan a las necesidades específicas de una fase particular del proceso de cambio tecnológico de manera efectiva y veloz. Este es, por desgracia, un aspecto que ha sido descuidado en el país ya que con frecuencia se hace uso de los mismos instrumentos para fases con características de plazo o riesgo sumamente distintas.

En la medida en que México logre desarrollar una capacidad de adquisición de tecnología para luego proceder a asimilarla y adaptarla a sus necesidades locales y, finalmente, para desarrollar tecnologías propias, deberán desarrollarse paralelamente opciones financieras que permitan el acceso a los recursos necesarios para esta transformación. Estos recursos deben permitir que las

empresas profesionalicen sus estructuras administrativas, modernicen su planta industrial incorporando tecnologías más avanzadas, asimilen la tecnología importada y lleven a cabo innovaciones propiamente dichas.

El papel del gobierno es crucial pues deberá, por un lado, alentar el surgimiento de un sistema financiero que tenga capacidad de respuesta y resulte francamente innovador y, por el otro, eliminar trabas institucionales o regulaciones que impidan la globalización de las fuentes de financiamiento.

Por lo que respecta a los bancos, aunque si bien no deberán financiar proyectos iniciales de innovación, podrían participar en la fase de mercado de los nuevos productos, en la medida en que los proyectos se encuentren en etapas más avanzadas, aprovechando su experiencia en la administración y evaluación del lanzamiento del nuevo producto. En proyectos de mayor escala, su participación podría consistir en la realización de operaciones con sindicatos de bancos y en los mercados de capital de riesgo, como parte de su cartera, operando mecanismos de cobertura tipo opciones, swaps, futuros, así como enseñando a sus clientes a usar este tipo de operaciones.

Los intermediarios financieros, como las casas de bolsa, podrían crear instrumentos de inversión nuevos que permitiesen a las empresas encontrar fuentes de financiamiento en los mercados secundarios. En esta línea deberán desarrollarse instrumentos del tipo SINCAS o SICARIS, que apoyen a empresas con proyectos de tipo eminentemente tecnológico.

Por su parte, las compañías de seguros podrían buscar mecanismos para hacer disponibles recursos de largo plazo, con el debido esparcimiento del riesgo,

para la innovación tecnológica.

Finalmente, los fondos (como el FONEI) deberán anticipar las necesidades de las empresas y jugar el papel de instituciones de redescuento para que el financiamiento se encuentre disponible de manera ágil y rápida. Deberán, asimismo, participar en los proyectos realizando actividades de preevaluación y asistencia técnica antes de constituirse en garantes de los préstamos, así como ofreciendo servicios extensivos que comprendan también el financiamiento para la asimilación y adquisición de tecnología, para los esfuerzos iniciales de aprendizaje, experimentación y plantas piloto y para lograr, finalmente, la implementación y difusión de los resultados. Por último, estos fondos deberán diversificarse y multiplicarse, de manera tal que se presenten distintas alternativas que compitan entre sí y que, al mismo tiempo, puedan responder a necesidades específicas de las empresas.

La viabilidad de todos los centros anteriormente mencionados está asegurada en una estrategia tecnoindustrial de mayor dinámica y apertura, atenta a la globalización de la economía y a las ventajas de especialización que ofrecen a países que, como México, presentan un desarrollo industrial intermedio. Si bien estos centros y actividades deben facilitar y acelerar el quehacer de las empresas en la asimilación, adquisición y difusión de tecnología, será necesario promover, al mismo tiempo, otros factores tecnológicos con el fin de que puedan lograrse las capacidades tecnológicas que el país necesita para modernizarse.

Promoción de factores tecnológicos

1. Estructuras legales y regulatorias

Cualquier ley que afecte o esté relacionada con la industria tiene, necesariamente, un impacto en el desarrollo de la tecnología. Este es el caso de las legislaciones vigentes en materias tales como inversión extranjera directa, registro de patentes, normalización y metrología y, más directamente, transferencia de tecnología.

En cuanto a la inversión extranjera directa, si el país pretende acelerar su proceso de modernización con una participación creciente en el comercio internacional, deberá replantear el papel de ésta. Es decir, la política hacia la inversión extranjera debe ser coherente con el programa macroeconómico de desarrollo vigente, buscando una inserción eficiente de México en la economía global y fomentando la exportación manufacturera así como el crecimiento del empleo y de la productividad. La inversión extranjera directa es una fuente de empleo, tecnología e inversión de capital por lo que existe una fuerte competencia a nivel internacional para atraerla. En México, sin embargo, hay una ausencia casi total de proyectos nuevos de inversión que entrañen ventajas fundamentales de carácter tecnológico y de exportación. Esto de ninguna manera es casual; la Ley de Fomento a la Inversión Mexicana y Regulación de la Inversión Extranjera presenta, en cuanto a esta última, un margen discrecional muy amplio, convirtiendo el proceso de autorización en estrictamente casuístico e imprevisible, lo que provoca costos y trámites excesivos para obtener autorizaciones específicas y, sobre todo, una incertidumbre permanente que aleja a los inversionistas potenciales. Baste como ejemplo mencionar que se requiere del

paso por 17 secretarías y la realización de 160 trámites burocráticos para que se establezca una empresa extranjera en México. No sorprende, por lo tanto, que el país haya perdido atractivo como receptor de esta inversión, con el consiguiente costo de limitar la capacidad tecnológica al existir este tipo de trabas e impedimentos al capital extranjero.

Será necesario, por lo tanto, promover y fomentar la inversión extranjera directa, en general, pero principalmente en aquellas áreas en que ésta ofrezca exportaciones netas y tecnología. Para ello se requiere del establecimiento de reglas generales, claras y unívocas con el fin de que, quien satisfaga éstas, sea autorizado automáticamente a través de una "ventanilla única". Lo anterior implica el desmantelamiento de la discrecionalidad así como la disminución de trámites y dependencias involucradas.

Una política agresiva de fomento a esta inversión incluye, asimismo: a) el establecimiento de oficinas de promoción en el extranjero en centros importantes y dinámicos de desarrollo de nuevos productos; b) el ofrecimiento de condiciones óptimas de infraestructura e instalación, entre las que se podrían encontrar precios competitivos de insumos básicos como energía, teléfono, agua, etcétera; y servicios complementarios altamente desarrollados como transportes y vías de comunicación; y c) la creación de programas de promoción y de incentivos fiscales. El fomento de proyectos de inversión extranjera directa con marcada orientación hacia el exterior y ventajas comparativas de carácter tecnológico, desarrollaría al mismo tiempo proveedores nacionales de partes y componentes con tecnologías avanzadas y con calidad y precio internacionales (difusión horizontal). Los criterios de aceptación de la inversión extranjera deben quedar preestablecidos, de tal suerte que cualquier empresa que los satisfaga quede

automáticamente autorizada a iniciar su proyecto. Sólo así podrán aprovecharse las ventajas que trae consigo la inversión extranjera y facilitar la inserción de México a las corrientes mundiales de comercio y tecnología.

El registro de transferencia de tecnología, por su parte, se encuentra –al igual que la regulación de la inversión extranjera– plagado por trámites y decisiones discrecionales que sólo han entorpecido este tipo de gestiones. Dada la apertura de la economía, sin embargo, toda restricción a la transferencia de tecnología resulta insostenible pues ya no hay impedimentos a la importación de bienes con la tecnología implícita. Por ello, la legislación actual debe ser eliminada, haciendo posible toda transferencia acordada por las empresas directamente.

Ahora bien, esta transferencia de tecnología y la misma inversión en desarrollo tecnológico dependen en alto grado del registro de patentes. Esto es, si la regulación a este respecto no existe –como en el caso de los productos farmacéuticos y químicos– o es demasiado blanda o, sencillamente, si el registro es un proceso demasiado lento, no puede esperarse ni transferencia de tecnología ni inversiones en este rubro. Es preciso reforzar esta regulación y proteger las innovaciones de productos y procesos industriales, así como revisar cuidadosamente los casos de las ramas farmacéutica y química, buscando ampliar esta protección a estos dos campos.

México requiere integrarse a los flujos industriales, comerciales y tecnológicos internacionales; pero para poder hacerlo exitosamente es necesario cumplir con ciertas especificaciones explícitas en sistemas estrictos de normalización y metrología. Para poder maquilar, exportar o formar parte de

estructuras productivas horizontales, es indispensable cumplir con ciertas normas de vigencia en el mercado global, tanto en el proceso productivo como en la calidad del producto. La metrología, por su parte, complementa la normalización al establecer parámetros y sistemas de medición y calibración necesarios para la producción. Las cámaras y asociaciones empresariales, paralelamente con el gobierno, deben acordar, imponer y difundir normas de producción y calidad que satisfagan los requisitos vigentes en el mercado internacional. Asimismo, sería conveniente adoptar un sistema de normalización extranjero pero adaptado a las características propias del país. Quizá el sistema más idóneo a adaptar es el norteamericano ya que, al ser el mercado más grande y competido del mundo, se satisfarían casi de inmediato los requisitos internacionales de producción.

El objetivo general es, pues, modificar las estructuras que han obstaculizado el flujo de tecnología en detrimento del desarrollo y modernización del país.

2. Educación

Ante la nueva realidad que está viviendo México, es necesario un nuevo concepto de la educación en las áreas científicas y tecnológicas. Instrumentar un sistema educativo dinámico y promotor de una visión internacional y que prepare técnicos e ingenieros para convertir a la población joven en la base del desarrollo futuro del país es, quizá, uno de los retos más importantes que deberán enfrentarse.

Hoy más que nunca es urgente el fortalecimiento de programas de ingeniería, particularmente mecánica y eléctrica junto con diseño mecánico. Sin

suficientes profesionales competentes en estas áreas no habrá modo de adoptar tecnologías, y mucho menos de mejorarlas o desarrollarlas. Debe haber mayor comunicación entre la industria y las universidades e institutos tecnológicos para conocer los requerimientos del sector productivo, tanto los inmediatos como aquéllos que previsiblemente habrá en el mediano y largo plazo. A través de esta comunicación puede hacerse coincidir la oferta con la demanda de trabajo, disminuyendo así posibles desfases e incongruencias entre las demandas del mercado y el sistema educativo.

La cultura exportadora

Diversas experiencias internacionales respecto a una apertura comercial, con el consiguiente viraje de la política industrial en favor de las exportaciones, han revelado que, si bien los estímulos gubernamentales apropiados y el desarrollo tecnológico prolongado constituyen requisitos de esta reorientación económica, éstos de ninguna manera son suficientes. Con frecuencia, se ha observado que aun y cuando se conceden estas facilidades y el extensionismo tecnológico se diversifica, las empresas, sin embargo, han permanecido sin reacción ante las nuevas oportunidades o se han comportado de manera lesiva a la dirección que se quiere imprimir a las transacciones. Esto se debe a la ausencia de una cultura empresarial exportadora, inclinada a enfrentar riesgos y a explorar nuevos mercados. Por este motivo, países exportadores han instituido mecanismos para crear un clima propicio a esa cultura (como el DTI en Inglaterra). Estos mecanismos se apoyan en las virtudes de un mercado abierto y de información tecnológica difundida, así como en el robustecimiento de la aptitud empresarial.

No obstante, cuando mecanismos políticos y burocráticos han distorsionado esta actividad –como en México–, resulta de vital importancia dismantlarlos para conferir mayor capacidad de operación a las empresas. En este sentido, las prácticas que inhiben la competencia (como los monopolios públicos y privados) deben ser alejadas mediante una nueva normatividad jurídica. También hay que distinguir entre integraciones ("mergers") empresariales que promueven competitividad y eficiencia y otras que levantan barreras en el mercado, en menoscabo de los consumidores y de los inversionistas. Por añadidura, la legislación debe reajustar los criterios en materia de patentes, licencias, marcas y diseños industriales, con el objeto de asegurar igualdad de oportunidades en el punto de partida.

Al mismo tiempo, cabe considerar la posibilidad de constituir en México un "círculo de exportadores" que suministre información acerca de posibles cuellos de botella (como pueden llegar a serlo problemas logísticos y de transporte) y costos exagerados de insumos (materias primas, energía eléctrica) que pudiesen poner escollos al intercambio con el exterior. Este círculo de exportadores no sería un grupo de presión con aspiraciones a obtener subsidios protectores que dañasen a la competencia, sino un mecanismo para la identificación de las dificultades que pueden surgir al dar impulso a las exportaciones.

Esta cultura empresarial exportadora puede ser estimulada por cursos dinámicos de adiestramiento, que la agrupación mencionada podría llevar a cabo. Se habrá de colocar acento en la familiarización con varios instrumentos cruciales. Entre estos, cabe mencionar primero, el diseño, cuya importancia comercial es indiscutible. Para una presentación atractiva de los productos se necesita una estrategia flexible, conforme a las características peculiares de los mercados.

En segundo lugar, se debe acentuar la comercialización, que entraña la solución de problemas logísticos y el conocimiento anticipado de demandas externas; en tercer lugar, la administración, que pone énfasis en el estudio de costos, en la ingeniería de movimientos y en el control de calidad, puede tener una importancia decisiva.

Además, hace falta familiarizarse con la planeación empresarial, puesto que las exportaciones y la transferencia, así como la adaptación y la creación de tecnologías exigen un largo proceso de maduración; la planeación financiera que atiende el control del presupuesto, además de servicios de información que apoyan la eficiente operación contable; y por último, con los programas concertados de innovación entre empresas que proceden a una división del trabajo tecnoindustrial y comercial para beneficio mutuo.

Lo importante a destacar en relación a estos instrumentos es que el conocimiento de estos aspectos de intercambio con el exterior no deberá impartirse por vías burocráticas, sino que deberán ser los propios empresarios quienes propongan e instrumentalicen mecanismos adecuados.

El largo plazo: las tecnologías avanzadas

Dadas las insuficiencias del presente desarrollo tecnológico de México y el declive relativo de la producción de bienes de capital, es imposible alentar, en el corto plazo, la aproximación a fronteras tecnológicas (computación, semiconductores, telecomunicación, robótica, las aplicaciones del laser, nuevos materiales). Pero no hay que perderlas de vista, pues estas tecnologías de

vanguardia irradian múltiples externalidades ("spin offs") en sectores que aparentemente no las cultivan, mejorando y creando así, nuevas ventajas comparativas.

Sin embargo, estos resultados no pueden alcanzarse de inmediato. Antes hay que perfeccionar los instrumentos de financiamiento, información, gestión, incentivos fiscales, estructuras legales y regulatorias y una infraestructura especializada, pues todo lo anterior es indispensable en un mundo industrial de demandas tecnológicas intensas, con particular énfasis en la formación de ingenieros dotados de amplia flexibilidad profesional.

Uno de los primeros campos que debe ser revaluado se refiere, por supuesto, a los bienes de capital conectados con la petroquímica. En este renglón, el país ya cuenta con ventajas comparativas. Los hidrocarburos facilitan a México una integración con mercados externos; su diversificación depende de la intensidad tecnológica que tomen ramas conexas. Comenzar la asimilación de tecnologías avanzadas en sectores conocidos parece la vía más sensata en el mediano plazo. Gracias a la experiencia acumulada, la importación de tecnologías será más correcta.

Por otro lado, no debe perderse de vista el hecho de que las nuevas tecnologías presentan una considerable intensidad de conocimiento y de capital (inversión por unidad de empleo) que, entre otros efectos, puede desestabilizar los mercados de trabajo. La sociedad debe habituarse primero al movimiento friccional del empleo y, al mismo tiempo, a una recalificación masiva de la mano de obra. La asimilación prematura de nuevas tecnologías podría traducirse en un desempleo tecnológico que provocaría resentimientos y protestas contra el cambio

tecnológico acelerado.

BASES DEL FUTURO DESARROLLO TECNOLÓGICO

En suma, las bases del futuro desarrollo tecnológico consisten en el aliento sostenido a los factores de la demanda; una transferencia inteligente desde el exterior que descansa en información amplia sobre los oferentes potenciales; el establecimiento de articulaciones para generar microclimas de innovación; la promoción de una cultura exportadora-tecnológica; la diversificación eficiente de los servicios de información; la participación activa del sector industrial, no sólo en el financiamiento sino también en el diseño de los proyectos, la elección de intermediarios y la evaluación de los servicios recibidos; y el incremento y la variación de la planta de ingenieros y ocupaciones conexas.

Estas bases suponen una nueva configuración macroeconómica orientada a la incorporación competitiva a mercados externos y a remediar el deterioro estructural ocurrido en esta década. Las propuestas presentadas tienden a volver más dinámico el patrón de las ventajas comparativas de México; si éstas pasan a depender menos de las dotaciones naturales de recursos y de aptitudes tradicionales y cada vez más de la formación de recursos humanos y de la adquisición progresiva de capacidades tecnológicas e industriales, toda la sociedad se verá beneficiada.

Esta advertencia es importante porque el énfasis de este estudio en el desarrollo tecnoindustrial no implica el descuido de los sectores sociales, de cuya estabilidad y avance dependen, en último término, la inversión y el crecimiento global, y que constituyen la razón de ser del desarrollo económico.

En otras palabras, un sistema industrial internacionalmente competitivo debe sustentarse en la vigencia de un umbral mínimo de equidad mediante el desarrollo y estímulo de pequeñas y medianas empresas, la recalificación de la fuerza laboral, la movilidad ascendente en el empleo y la difusión del régimen educativo y contribuir a su significativa elevación. Crecimiento, competitividad y justicia social no están reñidas, aunque se produzcan desfases y arritmias en el tiempo. Es por ello que resulta fundamental estructurar una verdadera estrategia tecnológica, otorgando especial importancia a los esfuerzos de vinculación con la industria y buscando las mejores alternativas de avance con base en la rentabilidad, la optimización de la producción, el abatimiento de costos y la elevación de la calidad mediante los apoyos al desarrollo tecnológico y la promoción de factores tecnológicos.

Por otra parte, la penetración en los mercados internacionales y la venta de productos sensibles al cambio tecnológico –que presentan una posición ascendente en el comercio mundial– deben fortalecer la capacidad institucional interna, esto es, la "aptitud para gobernar" y "el arte de hacer". Ambos son requisitos de la transformación productiva, y precisan inexorablemente altos grados de flexibilidad a las cambiantes condiciones de la demanda, así como el aliento a los flujos de recursos de inversión a través de los sectores productivos.

CAPITULO VII. HACIA UNA TECNOPOLIS EN MEXICO

A lo largo del presente estudio, se han analizado tanto el carácter de la tecnología y el papel que la demanda del sector productivo desempeña en su dinámica, la ineficiencia estructural de las instituciones y mecanismos que se han establecido en las dos últimas décadas para incentivar la generación de una capacidad tecnológica, así como la necesidad de que México se inserte en los circuitos productivos internacionales para acelerar su aprendizaje tecnológico y comercial. Considerando en conjunto estos factores, no se puede evadir una conclusión: hay que replantear radicalmente la política y la práctica tecnoindustrial del país.

En el capítulo anterior se colocaron las bases y se plantearon directrices para la formulación de una nueva política tecnológica en México. Ahora es posible indicar una modalidad concreta –que ha surtido enormes beneficios en otros países– para regionalizar la actividad tecnoindustrial, multiplicar las economías de escala, fomentar el surgimiento de una activa demanda de tecnología y, sobre todo, estrechar el vínculo entre la investigación y desarrollo con el aparato productivo. Esta nueva modalidad está constituida por una concentración regional dinámica conocida como "tecnópolis". Esta se refiere a un parque tecnoindustrial donde variadas actividades, funciones y flujos convergen para provecho de un cambio tecnológico acelerado. En muchos casos, esta concentración ha surgido en forma natural, pero en otros, ha sido resultado de una política deliberada para impulsarla. A través de la promoción de las tecnópolis en el país, México estará en la posibilidad de lograr su desarrollo económico sostenido, apoyado por una verdadera capacidad tecnológica.

DEFINICION Y ALCANCES DE LAS TECNOPOLIS

La importancia indiscutible del avance tecnológico e industrial para lograr la elevación sostenida del ingreso, la multiplicación de efectos sociales reparadores y la incorporación competitiva de las economías al entorno global, han motivado la búsqueda de nuevas formas institucionales y regionales para activar el cambio tecnológico.

La tecnópolis es una suerte de ciudadela tecnológica e industrial. En ella se unen avance tecnológico con crecimiento económico, sobre la base de una vigorosa deliberación institucional, fundada principalmente en la iniciativa empresarial y en una promisorio infraestructura previa. Un antecedente de este concepto es "el corredor tecnológico" o "el triángulo tecnológico", que se consolidó en los setenta en algunas regiones de Estados Unidos. La célebre "Ruta 128" en Boston, el Valle del Silicio en California y el complejo tecnoindustrial de Carolina del Norte constituyen antecedentes de esta modalidad. En esta década se han convertido en dinámicos ensamblajes de actividad que se denominan "tecnópolis" y se han perfeccionado funcional y estructuralmente, difundiéndose en países de tamaño industrial superior y medio en Europa, Japón, China, Corea e Israel. No existe razón alguna para que este tipo de complejos tecnoindustriales no puedan desarrollarse también en México. Su construcción y desarrollo constituirían el éxito de la implantación de una adecuada política tecnológica.

Como núcleo de esta red compleja que estimula avances tecnoindustriales, se puede identificar a un centro universitario que, como bien público, es apuntalado en sus primeros pasos por las autoridades gubernamentales. Tal es el

caso del "Triángulo de Carolina del Norte", que se apoya en los investigadores de la Universidad de Duke y las del propio estado (en Chapel Hill y en Raleigh). Este "Triángulo" nació en los cincuenta y maduró en los setenta, lo que muestra que el desarrollo de estos ensambles dinámicos precisa de un periodo de maduración relativamente largo.

En menor grado, esta estrategia de regionalización y eslabonamiento de las labores tecnoindustriales también se aplicó en Austin, Phoenix y Nueva York, así como en Grecia e Inglaterra. En todos los casos, un centro universitario bien dotado sirvió de fundamento y "disparador tecnológico". Pero esto no constituye una condición indispensable. La Antipolis de Sofía en la Riviera Francesa, la ciudad japonesa de Tsukuba y la zona empresarial de Shenzhen en China, carecen de un núcleo académico; en estos casos, los investigadores se ven atraídos por otros motivos.

Si se pregunta por los rasgos comunes de estas ciudades tecnoindustriales se encontrará que en general son financiadas por empresas privadas y se localizan dentro o en las cercanías de un parque universitario que pone énfasis en la investigación. En todos los casos, especialistas académicos se vinculan con empresas privadas, ya sea para conducir estudios solicitados por ellas o para traducir ideas científicas en innovaciones productivas y comerciales; tienden a especializarse en un campo singular de la tecnología avanzada – tendencia que magnifica las ventajas de la concentración. Finalmente, se observará que el apoyo gubernamental es indirecto y se manifiesta especialmente en incentivos fiscales y en el ofrecimiento o estímulo de capital de riesgo. Este apoyo es determinante en el arranque de una tecnópolis.

No debe pensarse que estos núcleos encadenados de innovación sólo establecen una colaboración entre ellos; también compiten entre sí intensamente. En todos los casos, sin embargo, se trata de una competencia normada por el impulso compartido de buscar y encontrar la excelencia tecnoindustrial.

EXPERIENCIAS INTERNACIONALES

Para ilustrar el despliegue y funcionamiento de estos nuevos conjuntos regionales que promueven el progreso tecnológico, es conveniente abordar algunos ejemplos pertinentes para las condiciones de México. A la luz de un modelo normativo realista, el país podría estimular el establecimiento de nuevas modalidades de la actividad tecnoindustrial. No todos los casos aquí analizados constituyen tecnópolis en un sentido amplio; muestran, sin embargo, los pasos que algunos países han seguido para lograr el desarrollo de una eficiente concentración tecnoindustrial en la cual se vinculen estrechamente tanto la tecnología como la actividad productiva y comercial. El caso de la Ruta 128 representa una tecnópolis propiamente dicha y, en cuanto tal, se le ha tomado como el arquetipo de la misma; el resto, Italia, Corea y China, constituyen intentos para lograr el despliegue y funcionamiento de tecnópolis. Cada uno de estos casos ejemplifica acciones que pueden llevarse a cabo para lograr una concentración regional de la actividad tecnoindustrial que fructifique en la generación de una capacidad tecnológica propia.

La Ruta 128: arquetipo de tecnópolis

No se pretende examinar el desarrollo tecnoindustrial de Estados Unidos para extraer lecciones o ejemplos que México podría adoptar ya que las distancias

productivas e institucionales entre ambos países son considerables. Sin embargo, conviene abordar un tipo específico de organización microeconómica ajustable a contextos dispares. Tal es el caso de la Ruta 128 que, en retrospectiva, merece el nombre de tecnópolis, a pesar de que, en los pasos iniciales, ni las autoridades ni los empresarios alimentaban este proyecto. En efecto, la concentración espacial de las technoindustrias en la Ruta 128 fue espontánea más que concertada.

La Ruta 128 se localiza en la proximidad de Boston, en el estado de Massachusetts, donde se ubican importantes centros académicos. A principios de los años setenta, Massachusetts padecía una fuerte recesión que se manifestaba en un desempleo abierto del 11 por ciento, cifra sumamente alta al compararse con el 8.5 por ciento nacional. Las industrias textiles declinaron y los programas espaciales no manifestaron efectos perceptibles. Esta región siempre ha contado con una modesta dotación de recursos y su dependencia energética ha sido muy alta. Pero en 1975 ocurrió un viraje corrector: Massachusetts empezó a asimilar variedades de la alta tecnología. A partir de esto, el empleo total en el estado subió en un 30 por ciento y, en especial, en los campos de la computación y de los componentes electrónicos el avance fue del 90 y 65 por ciento respectivamente. La revitalización technoindustrial de Massachusetts emanó de varias circunstancias interrelacionadas:

- Las altas tecnologías no precisaban las ventajas físicas y espaciales tradicionales. Mucho más importantes fueron el acceso a una mano de obra calificada, la disposición de una buena infraestructura que aseguraba rapidez en las comunicaciones, la efervescente actividad universitaria, en este caso del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), y el ofrecimiento de capital de riesgo.

- Además de una vasta red de universidades y centros de investigación, Boston ofrecía una razonable calidad de vida que retuvo a sus habitantes y atrajo personal calificado. La buena formación de los recursos humanos acaso se manifiesta en la reducida presencia de minorías étnicas (6.7 por ciento de la fuerza laboral) que aún no habían recibido un avanzado entrenamiento. Este elemento cualitativo parece importante si se considera que la estructura salarial de Massachusetts era relativamente inferior al promedio nacional.
- Massachusetts poseía una calificada infraestructura tecnológica que, en el siglo pasado, se vinculó con la industria textil y, a mitad de éste, con la industria electrónica. En los setenta, la infraestructura se amplió con investigaciones en aparatos de precisión y en ensamblaje de componentes metálicos y electrónicos. Pero quizá el apoyo más vigoroso fluyó de las numerosas empresas de consultoría técnica (más de 100) y, en particular, de la Facultad de Ingeniería del MIT.
- El estado atrajo capital de riesgo privado apenas despuntaron las oportunidades. De hecho, la cuarta parte de estos capitales del país se concentró en Boston. Es difícil establecer con seguridad si la oferta de recursos financieros estimuló la producción de altas tecnologías o ésta fue una consecuencia de la fuerte demanda. Probablemente, se ha presentado aquí un círculo de causas y efectos que se ha retroalimentado constantemente.
- Massachusetts ofreció amplios espacios para la construcción a un costo

relativamente bajo. Por añadidura, gozaba de ágiles líneas de comunicación con todo el país y una dotación amplia de empresarios e investigadores abiertos a la iniciativa privada.

Debido a la combinación de estas circunstancias, empresarios emprendedores instalaron la Ruta 128. Esta concentración espacial de empresas y centros de consultoría y de investigación produjo externalidades y complementaciones que fortalecieron a las cadenas productivas y de servicios, y crearon además un clima ampliamente competitivo.

Estas economías de escala expandieron, a un nivel superior, tanto el mercado de trabajo calificado, la infraestructura tecnológica así como el capital de riesgo. Se generalizó la movilidad de los factores y se formaron cadenas de ágil comunicación entre empresarios, investigadores e intermediarios tecnológicos y financieros. Así, alrededor de 175 empresas fueron establecidas por personal proveniente de cuatro centros de ingeniería del MIT y de tres departamentos académicos. También se dieron casos en los que, por un lado, un empresario creó varias generaciones de firmas y productos en un afán de perfeccionar la capacidad competitiva y, por otro, los empleados de una empresa levantaron otra en forma independiente. La Ruta 128 se especializó en componentes electrónicos y en computadoras personales. Las empresas lograron encontrar nichos en diferentes mercados y supieron aprovechar la debilidad de las barreras de entrada de estos productos y la ineficiencia de las patentes para guardar la propiedad intelectual.

El caso de la Ruta 128 parece pertinente en este examen sobre la viabilidad de una tecnópolis en México, en el marco de una dinámica política tecnoindustrial,

puesto que de ella es posible obtener algunas lecciones importantes.

En primer lugar, las instituciones académicas cercanas a la Ruta fortalecieron la infraestructura pero, una vez iniciado el impulso de los mercados, los investigadores se transformaron en consultores y empresarios. El papel de los centros académicos y de investigación, y su actitud abierta, fueron factores determinantes para el surgimiento de una estrecha vinculación con la industria.

Por otro lado, la Ruta se especializó en las variadas ramificaciones de la revolución electrónica. La concentración espacial y sectorial gestó irradiaciones y externalidades que rápidamente fueron aprovechadas por nuevas empresas.

Finalmente, la concentración espacial de empresarios, investigadores e intermediarios no obedeció a un proyecto deliberado; en cambio, fue más importante el hecho de que, después de una situación recesiva, Massachusetts lograra conformar una demanda de innovaciones y de innovadores en Boston, la cual fue rápidamente aprovechada por los diferentes actores económicos. La demanda tecnológica fue un pivote de gran importancia –y más eficaz aún que la instrumentación de un proyecto específico– en la aparición y desarrollo de vinculaciones entre el sistema de investigación y el aparato productivo, así como en el desarrollo de una eficiente capacidad tecnológica.

Italia: la tecnópolis incipiente

En la identificación de casos de maduración tecnoindustrial aparece el italiano como uno de gran utilidad. En los setenta, Italia decidió impulsar una vigorosa modernización tecnológica con base en el adelanto industrial

relativamente modesto de pequeñas y medianas empresas. Este impulso se tradujo en cambios en la organización empresarial y en el estímulo de tecnologías de gestión (o tecnologías "suaves") y de producción con el objeto de encarar la competencia externa. Es decir, Italia optó por estimular cambios en el entorno administrativo que permitieron que la producción se llevara de manera más ágil y eficiente, antes que buscar impulsar innovaciones "mayores" que implicaran revolucionar una industria o rama industrial.

Debe recordarse que las pequeñas y medianas empresas de Italia han mantenido, tradicionalmente, amplia participación en su economía. En 1951, por ejemplo, el 53 por ciento del empleo manufacturero se localizaba en empresas con menos de 100 trabajadores. A principios de los ochenta, este porcentaje era del 50, su aporte al producto manufacturero global fue del 47 por ciento y su participación en las exportaciones industriales del 17 por ciento.

A partir de un examen por sectores, se ve con claridad la importancia del tamaño. Las empresas grandes (más de 500 obreros) se dedican a la siderurgia, a la industria química, a las fibras artificiales y a la maquinaria eléctrica y automotriz. Las pequeñas empresas (hasta 100 trabajadores) producen, en contraste, minerales no metálicos, maquinaria no eléctrica, calzado, vestuario, papel, caucho y plástico. Cabe destacar la existencia de microempresas (menos de 10 obreros) dedicadas a las ramas de muebles, madera y alimentos básicos. Ciertamente, el efecto-empleo es más notable en las microempresas y en la pequeña empresa, disminuyendo al ampliarse la intensidad tecnológica de las grandes. El desempeño de estas pequeñas plantas es satisfactorio respecto a las de mayor tamaño: en 1980, por ejemplo, el diferencial en la productividad era sólo del seis por ciento. Asimismo, la inversión por empleado –dos veces superior en

las grandes empresas en 1972– se redujo a una disparidad del ocho por ciento en 1980.

Este singular desenvolvimiento de la pequeña-mediana empresa en Italia se explica por diversas circunstancias: Italia ingresó tardíamente a la industrialización y, hasta las primeras décadas del siglo, prevalecieron la pequeña propiedad agrícola y los trabajadores independientes. La estructura de familia extensa –dominante en Italia– no favoreció la dispersión ni la movilidad individual típicas de la gran empresa. Las insuficiencias de la infraestructura inhibieron también el desarrollo de grandes empresas. Finalmente, durante los cincuenta, el gobierno decidió impulsar a la pequeña y mediana empresa puesto que la consideraba fundamento de la democracia liberal. La política de fomento respondió a un deseo compartido de estabilidad social. Por lo tanto, ajustándose con mayor facilidad a las condiciones tradicionales, la pequeña y mediana empresa italiana constituyó, en gran medida, el impulso de la diversificación productiva.

La peculiar división geocomercial de Italia entre el norte industrializado y el sur rezagado, condujo a que, en el primero, las grandes empresas crearan una red de pequeñas-medianas empresas a su alrededor para suministrar servicios de apoyo con un alto grado de flexibilidad y, en el segundo, se desarrollaran microempresas que sobreviven gracias a subsidios gubernamentales y a evasiones fiscales toleradas. En este contexto particular, Italia diseñó una estrategia de desarrollo tecnológico que descansó en la modalidad del "área–sistema" característico de la pequeña y mediana empresa.

El área-sistema es una red de pequeñas y medianas empresas integrada verticalmente y concentrada en un territorio. Por ejemplo, las pequeñas y medianas empresas del calzado se ubicaron en Vigevano, Lombardía, Valdarno (Toscana) y Civitanove (Marche); las de textiles y del vestido en Biella (Piamonte), Bérgamo (Lombardía), Prato (Toscana) y Capri (Emilia); las de baldosas, en Sassuola (Emilia); y las de madera y mueblería en Pésano (Marche). La mayoría de estas áreas-sistemas (existen ochenta aproximadamente) se localiza en el centro-norte a lo largo de la costa adriática.

En los setenta, algunas áreas-sistema abandonaron la monoproducción y profundizaron la verticalización de la actividad. Así se amplió la producción de bienes de capital y de maquinaria en Prato, Valdarno, Carrara, Biella y Vigevano. Estas organizaciones favorecieron el aprendizaje por imitación y, aunque no dieron lugar a innovaciones mayores, sí facilitaron a su vez la formación de enclaves tecnoindustriales regionales.

El reciente desarrollo tecnológico italiano no se ha limitado al aprovechamiento de una preexistente división regional del trabajo. Ha alentado cambios en las empresas, especialmente elevando cada vez más la calificación de los trabajadores y en el uso de la tecnología de gestión y producción, las cuales se traducen fundamentalmente en una más eficiente organización administrativa. Esta puede generar una mayor calidad en servicio, reducciones sustanciales en el tiempo de entrega del producto, ampliación y mejora de la comercialización, y la creación de una red de comunicación y coordinación entre diversas empresas. Indicador de los cambios en la organización lo constituye el hecho de que, en 1982, el 40 por ciento de las 62,000 unidades de microcomputadoras del país servía a las pequeñas y medianas empresas. En los últimos años, la informática

se ha difundido en todas estas empresas, con el consiguiente incremento de su productividad. A primera vista, las tecnologías suaves, dirigidas a la administración empresarial, no parecen reducir brechas tecnológicas en los sectores productivos. Sin embargo, constituyen un factor determinante en el incremento de la competitividad de la industria.

El germen de varias tecnópolis se encuentra en Italia dada la regionalización de su actividad industrial, aunque su brote tropieza con insuficiencias estructurales. A pesar de la existencia de estructuras favorables para una concentración productiva especializada, Italia aún no ha logrado poner en marcha una estrategia consistente de intenso desarrollo tecnológico por regiones y ramas. Es probable que reiteradas incertidumbres políticas y la mediocre calidad de los sistemas educativos constituyan un obstáculo contra la práctica de esa estrategia. Sin embargo, la difusión de tecnologías suaves así como la inserción de Italia al Mercado Común puede traer un conjunto de nuevos estímulos al incremento de la competitividad de las empresas y a la generación y desarrollo de una capacidad tecnológica.

En este sentido, el caso italiano es un buen ejemplo de que la apertura económica no sólo representa un reto para México, sino el estímulo para que surja una conjugación exitosa entre las empresas pequeñas y medianas –que también predominan en la economía mexicana–, y entre éstas y el sistema de investigación tecnológica. El caso italiano muestra enfáticamente cómo, a través de una eficiente organización y coordinación administrativa, se puede lograr incrementar la competitividad de la industria. Además, resalta el hecho de que las innovaciones tecnológicas no tienen que ser "mayores" en el sentido de que impliquen revolucionar una industria o rama determinada para ser exitosas; el

fomento a las tecnologías suaves (o de gestión) constituye una alternativa viable con amplias posibilidades de éxito para países como México.

La tecnópolis en Corea del Sur

Corea del Sur representa un caso exitoso de participación en la economía mundial debido a su acelerada industrialización –dirigida hacia el exterior– y a su desarrollo tecnológico. Es conveniente, por lo tanto, analizar brevemente el logro del alto nivel tecnoindustrial de Corea a través del alcance de economías de escala en regiones escogidas con acierto. Aunque Corea no ha logrado establecer tecnópolis en un sentido amplio, el éxito de su política tecnológica merece ser revisado puesto que muestra un camino potencial para la construcción de tecnópolis en México.

Como ya se mencionó en el Capítulo III, a partir de la década de los sesenta Corea comienza el arranque de una rápida industrialización y de un desarrollo tecnológico por la vía de la transferencia y adaptación de tecnología externa y la internacionalización de la producción.

El desarrollo tecnológico de Corea ha ido a la par de su desarrollo industrial y comercial, lo cual ha sucedido gracias a la complementación de diversos factores: en primer lugar, Corea ha logrado un alto grado de correspondencia entre cada una de las políticas e instrumentos del gobierno. Esta correspondencia se manifiesta, por ejemplo, en las acciones que se tomaron tanto para atraer financiamiento externo como para asimilar la tecnología del exterior. Ambas reflejan una consistente estrategia de incorporación a los flujos internacionales. La coherencia en el desarrollo de programas y proyectos de política trajo como

resultado la configuración de un liderazgo concertado de crecimiento en el que se conjugaban tanto el interés empresarial en ampliar sus exportaciones, como el papel del gobierno, que ha sido el de corrector de las imperfecciones y obstáculos que enfrentaban los primeros.

En segundo lugar, el gobierno se ha dedicado a la instalación de una infraestructura tecnológica, adecuada al desarrollo económico, en la que destacan la arraigada propensión a formar y desarrollar recursos humanos y el hecho de que todas las actividades han estado sujetas a una programación de largo plazo. Por medio de esta infraestructura tecnológica, se ha podido transitar del extensionismo técnico al estímulo de la investigación básica; y de acciones indicativas en materia de transferencia externa en los sesenta, al impulso de la innovación tecnológica interna en los setenta y a la clara tendencia hacia la autonomía tecnológica en los ochenta. Es posible afirmar que Corea consolidará en los años noventa su autonomía tecnológica mediante el continuo eslabonamiento de la estrategia industrial con el avance tecnológico.

Finalmente, la madurez industrial de Corea se ha fortalecido enormemente gracias al fomento de la regionalización, en favor de enclaves tecnoindustriales, por ramas y disciplinas. Dicha regionalización ha sido resultado, en gran medida, de los enlaces estructurales de la política tecnológica con los instrumentos y acciones en materia industrial y comercial, enlaces que constituyen factores determinantes tanto en la creación de incentivos mutuos y de una excelente comunicación organizacional entre el sistema tecnológico y el proceso productivo, así como en el impresionante avance hacia la adquisición de una capacidad tecnológica.

La descentralización de la actividad tecnoindustrial comenzó durante la segunda etapa de industrialización coreana (1972-1976), provocando que ciertas zonas del país se especializaran en una rama productiva. En el periodo siguiente, 1977-1982, la diversificación y la regionalización de la industria coreana se acentuaron de manera simultánea a la consolidación de su base exportadora. Estas acciones han llevado a un creciente desarrollo tecnológico en Corea, cuya expresión más avanzada está dirigida hacia la creación de tecnópolis.

Por lo tanto, aparte de regionalizar por especialidades la actividad tecnológica e industrial, Corea inició la construcción de "ciudades tecnológicas" con orientaciones múltiples; la primera de ellas fue Dae Duk. Por esta vía, Corea imita creativamente las virtudes de la Ruta 128 de Boston. Un ejemplo lo constituye el área de TNO, en donde se reúne a 5000 investigadores y cuarenta centros académicos dirigidos a resolver problemas concretos de la industria, la agricultura y la defensa nacional.

Los rasgos de la política tecnológica han creado un clima propicio para el desarrollo tecnoindustrial, que se manifiesta en –y es retroalimentado por– la posibilidad de una plena expansión de ciudades tecnoindustriales. El surgimiento de lo que algún día será la tecnópolis en Corea, representará el resultado natural de una exitosa conjugación de política industrial y comercial con una adecuada percepción sobre el papel de la tecnología en el desarrollo.

El caso coreano ofrece diversas lecciones para la implantación de una adecuada política tecnológica en México, que dé como resultado el establecimiento y desarrollo de tecnópolis en el país: los instrumentos y mecanismos de la política tecnológica deben corresponder directamente a la

política económica que el gobierno desarrolle, la consistencia entre ambas provocará que los resultados obtenidos sean aquéllos que se están persiguiendo. De esta manera será posible configurar un liderazgo concertado, en el que el papel que jueguen tanto los empresarios como el gobierno se complementen y refuercen mutuamente. La formación de recursos humanos es una necesidad imperiosa para lograr la capacidad tecnológica que conduzca al crecimiento económico y a la participación del país en los flujos internacionales y, a través de la cual, el país aproveche la tecnología del exterior, seleccionándola y adaptándola eficientemente hasta lograr, posteriormente, su autonomía tecnológica. Finalmente, el surgimiento de ciudades tecnológicas sólo será posible con una adecuada política de descentralización de la actividad industrial. Los mecanismos que para este fin se instrumenten deben asentarse sobre la base de una política de largo plazo y con una visión correcta sobre el enlace estructural de las políticas tecnológica, industrial y comercial.

La tecnópolis en China

A pesar de su considerable dotación de recursos, China no había podido conducir un desarrollo tecnológico sostenido debido tanto a los descabros internos que ocurrieron desde la institucionalización del régimen comunista en 1949, como a los virajes abruptos en su actitud respecto a la Unión Soviética en particular y a la comunidad internacional en general. Sin embargo, en el marco de profundas transformaciones ha logrado importantes avances tecnológicos y económicos en el presente, aunque éstos están lejos de aproximarse a lo que cabría esperar de sus ventajas naturales.

En la Tercera Sesión Plenaria del Partido Comunista, efectuada en 1978, China resolvió impulsar una compleja cadena de transformaciones, de las cuales sobresalió la apertura económica al comercio internacional. El "desarrollo hacia adentro", predicado por los soviéticos, estaba surtiendo modestos resultados. El aislamiento deliberado con respecto a los flujos internacionales concluyó. En aquel contexto se hizo un replanteamiento radical del desarrollo tecnológico.

Hasta las reformas cardinales de esta década, la investigación científica en China era financiada por el Estado, se apegaba a un modelo de oferta y no tenía comunicación con los sectores productivos. La tecnología, por lo tanto, era ajena al crecimiento.

Más aún, la falta de contacto entre las instituciones chinas rectoras de la ciencia fue constante. La desvinculación entre las entidades de investigación y desarrollo, como la Academia de Ciencias, la Comisión de Educación, las unidades gubernamentales de investigación y los ministerios dependientes del Consejo de Estado, era total. En consecuencia, las restricciones al desarrollo científico y tecnológico no pudieron ser más severas, impidiéndose una fértil movilidad institucional de investigadores y una vinculación estructural entre los sectores. Por añadidura, los controles gubernamentales sobre los núcleos académicos eran sofocantes. Peor todavía: hubo épocas en las que la labor intelectual se consideró "reaccionaria" y "aberrante".

En los años ochenta –cuando el legado maoista empezó a diluirse–, se emprendieron acciones correctoras. En marzo de 1985, el Comité Central del Partido decidió emprender un conjunto de transformaciones en el sistema de ciencia y tecnología. Entre ellas sobresalen el decreciente financiamiento a los

centros de investigación con el propósito de que éstos alcancen autonomía financiera por medio de contratos con los usuarios; aliento a la comercialización de la tecnología mediante la difusión masiva de la información técnica, promoción de ferias industriales y estímulo a las transferencias técnicas entre empresas; incentivos para organizar articulaciones entre empresas y centros académicos; y autorización a los investigadores para complementar sus ingresos con labores industriales.

El éxito de la política tecnológica china radicó en lograr establecer vínculos entre los centros de investigación con las empresas demandantes de tecnología. Esta vinculación, además, permite vislumbrar en un futuro mediano la consolidación de una posible tecnópolis en China. Un ejemplo de los resultados del viraje de la política tecnológica dentro del nuevo enfoque de política económica, lo constituye el desarrollo del Instituto de Información y Control de Beijing (BIIC). Este Instituto fue establecido hace cinco años y, a finales de 1986, empleaba ya a 165 científicos e ingenieros y a 190 asistentes y personal de apoyo; consolidaba enlaces tecnológicos con nueve instituciones extranjeras de investigación y con 150 empresas locales; y suscribía más de 250 contratos de cooperación técnica con instancias gubernamentales.

Sin embargo, quizá el rasgo más sobresaliente del BIIC fue que paulatinamente logró una considerable autonomía financiera. En 1985 obtuvo siete millones de yuan de ingreso, contra un apoyo gubernamental de un millón y medio; al año siguiente, el ingreso se duplicó en tanto que el auxilio estatal se redujo a un millón de yuan. Más tarde creció el personal (de 328 a 376) y el ingreso anual por miembro ocupado llegó, en 1986, a cuarenta mil yuan, veinte veces superior al promedio nacional.

El Instituto incluye dos organismos: el Centro de Computación y el Centro de Investigación de Ingeniería de Sistemas. El primero cuenta con tres departamentos y con cinco laboratorios. Se especializa en todos los aspectos de la computación, la informática y la inteligencia artificial. El segundo posee cinco laboratorios que abordan temas vinculados con la robótica, control numérico, análisis de decisiones, políticas para la ciencia y la técnica, simulación demográfica y regional, bancos de datos y comunicaciones por satélites.

Todo este considerable caudal de conocimientos se ofrece en venta a las empresas. Es así como este Centro ha ampliado su latitud institucional. En 1984, el Instituto complementó sus actividades de investigación de sistemas complejos con evaluaciones económicas, pronósticos demográficos y estudio de medidas de protección ecológica. Estos datos fueron utilizados por el Consejo Estatal para formular el Plan Quinquenal 1985-1990. Asimismo, el Instituto ha establecido estrechas relaciones con instituciones y organismos extranjeros, como con el Centro de Investigaciones Este-Oeste localizado en Hawai.

De esta manera, el BIIC se apartó bruscamente del estéril desarrollo científico de antaño y se ha constituido en un modelo que debe ser imitado. El Instituto ha fomentado, además, el intercambio internacional de académicos, liberando a China de su aislamiento regresivo. Hasta 1988, el BIIC había organizado catorce conferencias nacionales, dos mundiales, y se encontraba afiliado a tres centros internacionales. Ha empezado a absorber estudiantes graduados que manifiestan interés en servir a la industria. En torno al Instituto se han construido casas y oficinas para los investigadores, con lo cual el contacto intelectual y comercial se robustece.

El éxito del BIIC estimuló a las autoridades chinas a construir institutos de estructura similar, con un apoyo gubernamental decreciente en la medida en que se profundizan los enlaces con unidades empresariales. De esta manera, la investigación aplicada se ha incrementado en relación a la básica y el país se encuentra en camino hacia la construcción de tecnópolis.

Esta estrategia de concentración espacial de la actividad tecnológica y productiva apenas comienza. Todavía debe superar el umbral de las innovaciones mayores que abren nuevos ciclos dinámicos. Se ha anunciado que se llevará a cabo una descentralización administrativa de cinco mil institutos de investigación, y las autoridades chinas están buscando mecanismos para vincularlos directamente con las empresas. No le es fácil a China romper con las inercias tradicionales. La Academia de Ciencias cuenta con sólo 23,000 investigadores, un activo ínfimo si se considera el tamaño del país. Sin embargo, el gobierno está empeñado en llevar a cabo tres tareas de gran importancia: elevar significativamente el número de investigadores, incentivar la movilidad geográfica de los investigadores hacia núcleos industriales y configurar ensambles tecnoproductivos en regiones determinadas, para empezar a obtener las economías de escala que se advierten en tecnópolis de mayor experiencia y dinamismo de otros países.

En este caso, la política tecnológica ha respondido directamente a las nuevas necesidades que la apertura económica está imponiendo a China. Aprovechando las experiencias de otros países y sobre la base de una iniciativa claramente definida por parte del gobierno, este país se encamina directamente al establecimiento y desarrollo de tecnópolis, a través de las cuales se logrará

vincular de forma dinámica la investigación y desarrollo con el aparato productivo.

Las transformaciones de la política económica y tecnológica de China parecen muy pertinentes a la luz de la experiencia mexicana en estos aspectos. Al igual que China, México está pasando por una transformación radical en la concepción e implantación de su política económica y, por lo tanto, su sistema de ciencia y tecnología debe adecuarse para apoyar y hacer exitosa esa transformación. La visión de la política tecnológica que hasta hace poco había mantenido el gobierno mexicano trajo consigo un modelo ofertista de tecnología y una severa desvinculación entre ésta y el aparato productivo. Es indispensable que se dé un impulso creciente a la concentración tecnoindustrial y a la vinculación entre el sistema de investigación y desarrollo con el sistema productivo, en el marco de un replanteamiento del modelo de desarrollo, para fomentar la oferta y demanda y constituir, de esta manera, un eficiente mercado de tecnología local. No sólo esto, sino que el ejemplo chino nos muestra de qué manera es posible que los centros de investigación, a través de la vinculación entre oferta y demanda, logren una relativa autonomía financiera, dejen de ser cargas del presupuesto gubernamental y constituyan el fundamento en la construcción de tecnópolis.

VIABILIDAD DE LAS TECNÓPOLIS EN MEXICO

Las experiencias analizadas anteriormente demuestran la existencia de plantas organizacionales que permiten reactivar la actividad tecnológica y lograr, a través de ellas, tanto la regionalización de la actividad tecnoindustrial como el estrechamiento del vínculo entre la tecnología y el aparato productivo. La tecnópolis constituye una concentración espacial de agentes tecnológicos,

empresariales, comerciales y financieros encaminada a obtener economías de escala, sin lesionar las complementaciones en la actividad industrial ni un clima competitivo que, en general, tiende a acelerar y difundir el cambio tecnológico.

A partir de la instrumentación de una adecuada política tecnológica, cabe pensar que es una tarea factible construir en México parques tecnoindustriales del género descrito. En el país ya se pueden identificar regiones (Estado de México, Morelos, Guadalajara, Monterrey y las zonas maquileras en la frontera norte) que revelan ventajas naturales para la concentración de la actividad tecnoindustrial. Sin embargo, sería ingenuo pensar que el tránsito de estos espacios industriales a genuinas tecnópolis es automático o fácil.

Es fundamental, por lo tanto, redefinir la política tecnológica para que de ella surja, como resultado natural, el establecimiento y desarrollo de tecnópolis en el país. Esta redefinición puede ocurrir en el nuevo marco de política económica que se orienta a la incorporación del país a los mercados internacionales. Pero si tal redefinición no se produce, el proyecto de levantar enclaves tecnoindustriales (o tecnópolis) en regiones que ya poseen ventajas comparativas tropezará con obstáculos insalvables. Y sin estos nuevos y dinámicos enclaves, la liberalización de los mercados corre el riesgo de limitarse a aspectos comerciales y financieros, sin que se genere simultáneamente una capacidad tecnológica local ni una estrecha vinculación entre la investigación y la planta productiva.

Para salvar estos obstáculos, es necesario instrumentar acciones en diversos sentidos: En primer lugar, las acciones deben estar dirigidas al impulso y apoyo de vínculos entre las instituciones académicas y centros de investigación con la planta productiva para conformar la base sobre la que descansa toda

tecnópolis. El papel de los centros académicos y de investigación y una actitud abierta por parte de ellos hacia el sector productivo son factores fundamentales para el surgimiento de su estrecha vinculación con la industria, y para que los primeros logren consecuentemente su autonomía financiera.

Por otro lado, la generación de ciudadelas tecnológicas debe apoyarse en una adecuada política de descentralización de la actividad industrial. Los mecanismos que para este fin se instrumenten deben ser de largo plazo y con una adecuada visión sobre el enlace estructural de las políticas tecnológica, industrial y comercial. El apoyo consistente a la especialización y regionalización de la actividad industrial provoca irradiaciones y externalidades que pueden ser rápidamente aprovechadas por diversas empresas. La concentración espacial de empresarios e investigadores debe, sin embargo, conformar una demanda de innovaciones y de innovadores. La demanda tecnológica constituye un impulso de gran importancia en la aparición y desarrollo de vinculaciones entre el sistema de investigación con el aparato productivo y en el desarrollo de una eficiente capacidad tecnológica.

El fomento a la concentración regional de la actividad tecnoindustrial debe estimular también una conjugación exitosa entre las empresas pequeñas y medianas y su vinculación con el sistema de investigación tecnológica. Ellas cuentan con una gran capacidad para la adaptación de nuevos procesos y de innovaciones productivas, pero también presentan diferentes necesidades. En este sentido, sobresale la importancia de fomentar aquellas tecnologías, como las de gestión, a través de las cuales puede lograrse una eficiente organización y coordinación administrativa.

La formación de recursos humanos es una necesidad fundamental para la actividad tecnoindustrial de toda tecnópolis. Sólo de esta manera se logrará eficientemente que dichos enclaves generen una capacidad tecnológica que conduzca a su propio crecimiento económico.

Sin embargo, estas acciones no provocarán los resultados deseados si los instrumentos y mecanismos de la política tecnológica no corresponden directamente a la política de apertura y de participación en el comercio y competencia internacionales. Es necesario que se tenga cuidado en mantener consistencia entre ambas, puesto que sólo de esta manera será posible configurar una liderazgo concertado en el que el papel que jueguen tanto los empresarios como el gobierno se complemente y refuerce mutuamente.

Es indispensable que la nueva política tecnológica de México fomente el establecimiento y desarrollo de una tecnópolis en el país para que, de esta manera, se constituya un eficiente mercado de tecnología local en el que, tanto la oferta –adecuadamente promovida por los investigadores– como la demanda –localmente orientada de los empresarios– den un impulso creciente a la generación de una capacidad tecnológica sobre la que descansa la competitividad del país.

CONCLUSIONES

Tradicionalmente, ha imperado la idea de que es fundamental contar con una sólida base científica para tener la posibilidad de desarrollar una capacidad tecnológica propia. Sin embargo, a lo largo de la historia y, en particular, con la reciente experiencia de los países que se han ajustado exitosamente a las nuevas condiciones de la economía mundial, se ha demostrado que dicha afirmación es falsa. Es mucho más aplicable y más factible la idea de construir una capacidad tecnológica propia, independientemente del grado de desarrollo de la base científica existente, si se aprovecha el conocimiento científico y tecnológico generado en el exterior a través de una proactiva participación en flujos internacionales de tecnología. Esta inserción implica llevar a cabo enormes transformaciones: en la percepción sobre la tecnología, en el desarrollo de la política tecnológica y en la concepción de políticas apropiadas al desarrollo tecnológico en el marco más amplio de la actividad gubernamental. Asimismo, dicha inserción constituye sólo uno de los principales medios para construir una sólida base tecnoindustrial a través de la cual un país transite del atraso a la modernización.

México ya se encuentra en un proceso de profundas transformaciones. La percepción de la economía y la estructura industrial se están redefiniendo y reestructurando. Los cambios que conlleva dicha transformación se promueven y manifiestan, al mismo tiempo, a través del conjunto de políticas económicas que han sido puestas en vigor recientemente. La apertura de la economía mexicana constituye, en sí misma, la intención de integrar al país al proceso de globalización de la economía mundial y de que éste participe en las corrientes productivas, comerciales, financieras y tecnológicas internacionales. Esta nueva orientación

representa una significativa transformación del país y el camino hacia su crecimiento económico y desarrollo social.

Las nuevas circunstancias hacen obsoletos algunos enfoques con respecto al desarrollo del país. En el nuevo contexto, es necesario desarrollar y atender numerosos factores que bajo la orientación de una economía cerrada no eran relevantes. Es necesario utilizar nuevos instrumentos y herramientas para ser exitosos en el proceso de industrialización y de incorporación a la globalización internacional. Sólo por medio del desarrollo de la competitividad de la planta productiva será posible que México entre al siglo XXI como un país moderno y exitoso.

Dentro de los nuevos enfoques y herramientas para lograr el desarrollo de México, es indispensable replantear aquellos factores -como el tecnológico- que determinan en gran medida el incremento de los actuales niveles de competitividad. En este sentido, es de vital importancia que México se dirija hacia el cambio tecnológico con el objeto de que logre construir una sólida base technoindustrial. Sólo de esta manera, México podrá ajustarse a las nuevas condiciones que le imponen tanto la apertura de la economía como la globalización de los mercados.

El cambio tecnológico debe consistir en la adquisición de una capacidad tecnológica propia en la cual se vinculen estrechamente la demanda y la oferta de tecnología. Sólo a través de dicha vinculación se podrá construir un liderazgo concertado en el que tanto el sistema de investigación y desarrollo y el sistema productivo como el sector privado y el público, se refuercen mutuamente y lleven a cabo acciones que eliminen los obstáculos y fomenten el desarrollo tecnológico de

México. Es fundamental tener siempre presente que no se trata de adquirir una capacidad tecnológica por el valor que ésta tiene en sí misma, sino porque constituye el factor a través del cual el país habrá de incrementar su competitividad. Asimismo, la competitividad no se busca únicamente como un medio para exportar y obtener recursos, sino para lograr el desarrollo y modernización de México.

El cambio tecnológico

El cambio tecnológico requiere, para su consecución, replantear y dar un encuadramiento teórico a los conceptos de "ciencia", "tecnología" y "crecimiento" para que, de esta manera, adquieran su justa perspectiva, se determinen sus límites y posibilidades, y sea posible vincularlos correctamente.

Un nuevo planteamiento sobre ciencia y tecnología permite afirmar que cada uno constituye un fenómeno histórico distinto -que no conviene confundir ni conceptual ni institucionalmente- y que tampoco se desarrollan en horizontes temporales similares. La ciencia tiene como objetivo el conocimiento por el valor que éste tiene en sí mismo y su finalidad es la difusión del conocimiento adquirido; la tecnología, en cambio, tiene como propósito producir nuevos materiales y productos, mecanismos e instrumentos y mejorar los ya existentes para solucionar los problemas técnicos que emanan continuamente del proceso productivo. Asimismo, las relaciones entre ciencia y tecnología no son directas ni unidimensionales. En la mayoría de los casos, cada una de ellas aparece en forma independiente y sólo en las economías modernas es viable que ciencia y tecnología tiendan a estrechar sus vínculos.

Una conceptualización adecuada de los términos de ciencia y tecnología permite proponer un nuevo enfoque con respecto al cambio tecnológico que México necesita para elevar su competitividad y lograr su incorporación a la globalización internacional: el cambio debe consistir en la consecución de una capacidad tecnológica que dé lugar, en el corto plazo, a una selección y adquisición adecuadas -ya sea localmente o en el exterior- de la tecnología que satisfaga la demanda de la planta productiva. Posteriormente, y con base en un importante esfuerzo de aprendizaje y asimilación, se podrá lograr la adaptación de la tecnología de acuerdo a las condiciones imperantes del mercado, de la estructura industrial y de la dotación de recursos disponibles. Finalmente, en el largo plazo, se habrá de lograr el desarrollo y generación de tecnología, lo que representa, en sí mismo, el comienzo de la innovación tecnológica. Esto no constituye un proceso lineal necesariamente; cada sector de la economía y cada empresa tendrá que elegir la manera de satisfacer sus requerimientos para elevar su competitividad. Así por ejemplo, algunas empresas tendrán que comprar tecnología. En este caso, lo importante es que éstas cuenten con la capacidad de hacer la mejor elección posible. Aquellas empresas que ya estén utilizando tecnología tendrán que conocerla bien y asimilarla. En caso que enfrenten condiciones diferentes a las existentes en el tiempo y lugar en que ésta se generó, lo importante será que cuenten con la capacidad de modificarla y adaptarla a su situación actual. Otras empresas, al enfrentar una oferta de tecnología que no satisface sus necesidades, tendrán que contar con la capacidad de generar y desarrollar su propia tecnología -ya sea en sus propios laboratorios o a través de la vinculación con centros de investigación y desarrollo. Aunque, como se mencionó anteriormente, el proceso de desarrollo de la capacidad tecnológica no es necesariamente lineal, una empresa o industria puede ir pasando por las

diferentes etapas, de la adquisición a la asimilación, de ésta a la adaptación y finalmente a la generación de tecnología. Lo importante es que el país en su conjunto y gradualmente en el tiempo, logre crear y desarrollar una capacidad tecnológica propia.

La planta productiva puede realizar grandes avances y lograr su desarrollo a través de la demanda de tecnología, sin apoyarse necesariamente en la ciencia. La experiencia de países industrializados o de reciente industrialización aporta enseñanzas que ofrecen enormes beneficios: estos países han alcanzado niveles significativos de desarrollo mediante la asimilación intensa de adelantos tecnológicos realizados en el exterior. En un primer momento, el cambio tecnológico ha consistido en una adquisición externa acertada, más que en la generación de conocimiento por núcleos locales de investigación básica. Es factible que México logre un desarrollo industrial significativo y eleve sustancialmente su nivel de competitividad a través del aprovechamiento de los canales internacionales de conocimiento especializado. Posteriormente, será posible realizar procesos más complejos de asimilación y adaptación que permitan así un desarrollo tecnológico comparable al de los países que originalmente generaron ese conocimiento. Esto no implica que se desprecie la investigación científica, sino que el desarrollo tecnológico tiene una dinámica ajena, independiente de la ciencia misma.

La nueva concepción de la tecnología, como factor que impulsa el incremento de la competitividad industrial, modifica la percepción que de ella se tiene con respecto al desarrollo: ahora el elemento tecnológico constituye una ventaja comparativa dinámica en el ámbito productivo y uno de los factores determinantes de la competitividad. Por lo tanto, constituye también el elemento

clave de las posibilidades de integrarse a los procesos productivos y comerciales a nivel global, lo cual constituye actualmente un requisito imprescindible para el desarrollo y éxito de la planta productiva y del país. La creación de una capacidad tecnológica que permita el desarrollo de la competitividad hace indispensable que la tecnología sea entendida como una inversión rentable por sí misma y que de las empresas surja una demanda dinámica por ella. En esa medida, las empresas son las responsables -y las beneficiarias- de llevar a cabo inversiones que les permitan seleccionar, adaptar y desarrollar tecnología.

La creación de una nueva cultura empresarial es de vital importancia para adquirir la capacidad para realizar el cambio tecnológico. En el centro de la nueva cultura empresarial debe ubicarse al empresario innovador, el empresario que está dispuesto a tomar riesgos y a buscar salidas creativas a viejos y nuevos problemas; en una palabra, que está dispuesto a emprender. En un contexto en el cual los mercados son cada vez más competitivos y las ventajas que crea la innovación tecnológica sólo duran mientras se cuenta con la flexibilidad necesaria para responder a cualquier innovación de los competidores, la supervivencia misma de las empresas se pone en juego todo el tiempo. La inversión en tecnología constituye así, el único "seguro de vida" del que las empresas pueden gozar.

Sin embargo, sin un entorno apropiado, es poco lo que éstas en realidad pueden hacer. Es probable que las empresas tiendan a subinvertir en tecnología si no se presentan las condiciones correctas para atenuar problemas inherentes a los mercados tecnológicos. Las condiciones necesarias para enfrentar dichos problemas tienen que ver con el establecimiento de claras economías de escala, el flujo constante de información, la apropiabilidad del producto tecnológico por

parte de su creador y la certidumbre en el proceso de innovación. El papel y las acciones del gobierno determinan en gran medida la creación de un entorno que fomente efectivamente la inversión en tecnología.

El desarrollo industrial y la política en ciencia y tecnología

El desarrollo económico del país ha modificado sustancialmente su dirección. El cambio de orientación del desarrollo e industrialización hace que el país transite de un modelo de sustitución de importaciones hacia la apertura económica, de la protección indiscriminada hacia la participación en la competencia internacional.

La consecuencia que, en términos tecnológicos, trajo consigo el modelo de desarrollo que el país siguió hasta hace poco fue el surgimiento de un círculo vicioso. Este se constituye, por un lado, por el hecho de que el proteccionismo indiscriminado y la falta de competencia en el mercado local no generaban la necesidad de aumentar la competitividad de las empresas a través de la reducción de costos y aumento de calidad de los productos. Por otra parte, el sector productivo no demandaba tecnología para aumentar su competitividad, puesto que esto representaba una disminución en la rentabilidad de las empresas. Finalmente, los centros de investigación generaban una oferta tecnológica que, en la mayoría de los casos, no satisfacía las necesidades de la planta productiva, ya que no era suficientemente competitiva, no estaba eficientemente promovida o simplemente no respondía a la realidad del aparato productivo. Estos factores impidieron que surgiera un mercado local de tecnología, en el cual se desarrollara efectivamente una verdadera capacidad tecnológica.

Este círculo vicioso se vio reforzado por el hecho de que el gobierno suponía que bastaba con crear una oferta tecnológica, a través del fomento a la investigación básica y la construcción de una base científica, para que ésta generara su propia demanda. Por lo tanto, el apoyo público a la investigación y desarrollo se caracterizó por el fomento de una infraestructura científica y tecnológica constituida por infinidad de entidades, sin que éstas y su producción tuvieran una sana vinculación con la demanda potencial de la planta productiva. Dicho apoyo fue además discontinuo y fragmentario, no estaba relacionado con el resto de políticas y no era coherente con un plan de desarrollo global.

El proceso de apertura económica y de incorporación a la competencia internacional que en estos momentos el país está llevando a cabo, se manifiesta en algunos indicadores que muestran una tendencia hacia la participación de México en la globalización mundial. Pero los avances en este sentido aún son muy limitados. La falta de una eficiente participación en los flujos internacionales de tecnología y el atraso tecnológico de México son los factores que están impidiendo su exitosa incorporación a la economía y competencia globales.

Entre los elementos que muestran el problema tecnológico en México, los más importantes son los siguientes: existe poca capacidad de identificar las tecnologías idóneas para las empresas; por lo tanto, las tecnologías importadas no son siempre las más adecuadas y los pagos por estas importaciones son relativamente elevados; las instituciones de investigación aún se encuentran desvinculadas de la actividad productiva y el aprendizaje tecnológico local es demasiado lento, por lo que es casi imposible asimilar la tecnología y llevar a cabo su correcta adaptación; finalmente, existen infinidad de factores que obstaculizan el avance hacia la participación en las corrientes internacionales de tecnología -

como lo demuestra la severa restricción a la inversión extranjera- y hacia el desarrollo y la producción de tecnología, como en el caso de los bienes de capital.

Por otra parte, indicadores específicos demuestran, a nivel general, la existencia y la índole del grave atraso en materia de ciencia y tecnología en el país. Sin embargo, el atraso no se presenta en el mismo nivel en todos los sectores. Existen algunos elementos para caracterizarlo, pero la brecha tecnológica adquiere sin duda un valor distinto para cada sector. A nivel sectorial, en el que es posible hablar de brechas tecnológicas, se observa que algunas ramas productivas tienen graves problemas al enfrentar las nuevas condiciones de la economía y, sobre todo, en el momento de competir internacionalmente. Esto sucede debido a que no han incorporado en sus estrategias el cambio tecnológico como un factor que promueva su propio desarrollo y competitividad.

Para lograr ser exitosos en la incorporación de México a los mercados internacionales, será indispensable que existan las condiciones para que las empresas creen, desarrollen y exploten ventajas comparativas dinámicas, y especialmente para que desarrollen una eficiente capacidad tecnológica. La creación de dichas condiciones depende fundamentalmente de la formulación de una nueva política tecnológica por parte del gobierno.

Hacia una nueva política tecnológica

La actuación del gobierno adquiere, por lo tanto, vital importancia. Debe promover un cambio tecnológico que se sustente en una adecuada definición de ciencia y tecnología, en el aprovechamiento del conocimiento generado en el exterior, participando en los flujos internacionales de tecnología, y en la

importancia de explotar esta última como una ventaja comparativa dinámica que permita el incremento de la competitividad del aparato productivo. Asimismo, debe fomentar el desarrollo de las diferentes etapas de la capacidad tecnológica - selección, adquisición, asimilación, adaptación y generación propia- con el objeto de que México logre construir una sólida base tecnoindustrial.

La misión del gobierno consistirá, esencialmente, en crear los mecanismos necesarios para vincular y articular eficientemente la demanda con la oferta de tecnología; es decir, la planta industrial con aquellas instancias dedicadas a la adquisición de capacidades tecnológicas, en cualquiera de sus modalidades. En este sentido, los mecanismos que se creen para lograr un desarrollo tecnológico y la vinculación entre la oferta y demanda de tecnología deben dirigirse a las diversas instancias que habrán de participar en el cambio tecnológico: será necesario estimular (a través de premios y castigos) a los centros de investigación a fin de que estrechen la cooperación con empresas y usuarios, promoviendo la oferta tecnológica, logrando su autonomía financiera y generando así círculos retroalimentadores de innovación.

Asimismo, será necesario ofrecer apoyos financieros y fiscales a empresas que demuestren una capacidad exportadora y a aquellas que inviertan tanto en la transferencia como en la adaptación de tecnologías. A las empresas que llevan a cabo programas de readiestramiento y capacitación de la fuerza laboral, el gobierno deberá ofrecerles apoyo complementario ya que participan activamente en la atenuación del desempleo tecnológico. Además, será indispensable eliminar los trámites burocráticos que dificultan el desempeño competitivo de las empresas. Sin embargo, lo más importante es que las empresas reconozcan que en ellas descansa -y a ellas beneficia especialmente- la adquisición de una capacidad

tecnológica.

Por otra parte, el gobierno deberá llevar a cabo acciones concretas encaminadas, en primer lugar, a la regionalización de la actividad technoindustrial para obtener economías de escala y de especialización. En segundo lugar, a la difusión social acelerada de las innovaciones mediante el aprendizaje industrial, las escuelas vocacionales, el incremento cualitativo y diversificado de la planta de ingenieros y profesiones afines, y los medios de comunicación de masas.

La instrumentación de una adecuada política tecnológica en México hace pensar en las posibilidades de que, en el marco de las transformaciones económicas, el país logre el establecimiento y desarrollo de tecnópolis. De esta manera, se constituiría un eficiente mercado local de tecnología en el cual se vincularía estrechamente su demanda y oferta, y se impulsaría la generación de una capacidad tecnológica sobre la que descansaría la competitividad de la planta productiva del país.

Cabe insistir en que estas recomendaciones deberán estar coherente y orgánicamente relacionadas con el resto de políticas económicas (industrial, comercial, fiscal, etcétera) ya que no podrán cristalizar en una estrategia de desarrollo que apunte, en la práctica, en otra dirección. No sólo hay que llevar a cabo eficientemente un cambio tecnológico; será necesario elegir la política más adecuada, más coherente con el resto de políticas y más acorde al nuevo proyecto de desarrollo de México.

Aunque a primera vista esto puede parecer simplista, las acciones que deberá emprender el gobierno presuponen profundos cambios, cualitativos y

cuantitativos. Será fundamental, por un lado, tener una gran capacidad de visión, un liderazgo conceptual y político sobre lo que se busca conseguir, para lograr así un consenso sobre qué tipo de política tecnológica se requiere. El gobierno deberá convertirse, por lo tanto, en el catalizador y orientador, eliminando impedimentos y ofreciendo apoyos, de los esfuerzos que conduzcan al cambio tecnológico.

Por otro lado, las inercias y obstáculos estarán presentes al tomarse casi cualquier decisión. Será necesaria, por lo tanto, una gran voluntad política que pueda no sólo neutralizar estas oposiciones, sino crear una nueva cohesión social en torno al desarrollo tecnológico y a la modernización del país. Las distancias entre discurso y realidad, entre modernización económica y reforma institucional, entre aprendizaje tecnoempresarial y flexibilidad política deberán reducirse sustancialmente, eliminándose con oportunidad consecuencias imprevistas y contraproducentes en el marco de un dinámico consenso tecnoindustrial.

FUENTES DE GRAFICAS Y CUADROS

CAPITULO IV.

- IV - A: Elaborado por IBAFIN con base en
SPP. INEGI. Estadísticas de la industria maquiladora 1975-1986.
SPP. INEGI. La industria maquiladora de exportación.
Banco de México. Indicadores económicos
- IV - B: Elaborado por IBAFIN con base en
SPP. INEGI. Estadísticas del comercio exterior de México.
- IV - C: Elaborado por IBAFIN con base en
Banco de México. Indicadores económicos del comercio exterior.
SPP. INEGI. Estadísticas del comercio exterior de México.
- IV - D: Cervantes González, Jesús A. y Galicia Escoto, Antonio.
"Fuentes de crecimiento de las exportaciones de México y de otros
países en desarrollo de industrialización reciente". Boletín de
Economía Internacional. BANXICO, V. XIII, No. 2 (abril-junio 1987).

CAPITULO V.

- V - A: El Financiero, viernes 18 de noviembre de 1988.
- V - B: Dahlman, C. J. y Sercovich, F. C. Local Development and Exports
of Technology. The Comparative Advantage of Argentina, Brazil,
India, The Republic of Korea and México. Washington: World
Bank (Staff Working Papers, No. 667), 1984.
- V - C: Elaborado por IBAFIN con base en
Dahlman, C. J. y Sercovich, F. C. Local Development and
Exports of Technology. The Comparative Advantage of Argentina,
Brazil, India, The Republic of Korea and México. Washington:
World Bank (Staff Working Papers, No. 667), 1984.
- V - D: INFOTEC

NOTAS BIBLIOGRAFICAS

CAPITULO I.

- (1) Rosenberg, Nathan. "The Role of Science and Technology in the National Development of The United States" en Beranek, William y Gustav Ranis. Science, Technology, and Economic Development. A Historical and Comparative Study.

CAPITULO IV.

- (1) UNGER, Kurt. Competencia monopólica y tecnología en la industria mexicana.
- (2) CERVANTES GONZALEZ, Jesús A. y GALICIA ESCOTO, Antonio. "Fuentes de crecimiento de las exportaciones de México y de otros países en desarrollo de industrialización reciente".

CAPITULO V.

- (1) Comercio Exterior, vol. 37, no. 12 (diciembre 1987), p.985.
- (2) PRONDETYC, p.25.
- (3) Comercio Exterior, vol. 37, no. 12 (diciembre 1987), pp. 1024 y 1025.
- (4) Ibid, pp. 1015 y 1017.
- (5) Ibid, pp. 1023 y 1024.
- (6) Ibid, p. 1016.
- (7) Ibid, p. 1022.
- (8) Ibidem.
- (9) DAHLMAN, C.J. y SERCOVICH F.C. Local Development and Exports of Technology. The Comparative Advantage of Argentina, Brazil, India, the Republic of Korea, and Mexico.

BIBLIOGRAFIA

- Adler, Emanuel. "State Institutions, Ideology, and Autonomous Technological Development: Computers and Nuclear Energy in Argentina and Brazil". Latin American Research Review v. 23, 2 (1988).
- Adler, Emanuel. The Power of Ideology, the Quest for Technological Autonomy in Argentina and Brazil. Berkeley: University of California Press, 1987.
- Amadeo, Eduardo. "National Science and Technology Councils in Latin America: Achievement and Failures of the First Ten Years". en: Babatunde, Thomas D. y Wionczek, Miguel S. (editores) Integration of Science and Technology with Development. 1979.
- Asian Productivity Association. International Sub-contracting: a Tool for Technology Transfer. Tokyo: Asian Productivity Association, 1978.
- Asociación Latinoamericana de Gestión Tecnológica. II Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica. (México, 28-30 de septiembre 1987) 2 volúmenes, México: 1988.
- Baranson, Jack. "Enterprise to Enterprise Technology Transfer to Small Industries". en: Intra-national Transfer of Technology. Tokyo: Asian Productivity Association, 1976.
- Banco de México. Indicadores de comercio exterior. México: BANXICO, no. 68 (diciembre 1983).
- Banco de México. Indicadores económicos. México: BANXICO, agosto 1988.
- Bernal, John D. Science in History. London: Penguin, 1970.
- Casanueva, Cristina. "Science and Technology Policy in Mexico: Government Research and Development and Technological Innovation, 1970-1980". Unpublished Ph.D. Dissertation, Stanford International Development Education, Stanford University, 1987.
- Cervantes Gonzalez, Jesús A. y Galicia Escoto, Antonio. "Fuentes de Crecimiento de las exportaciones de México y de otros países de industrialización reciente". Boletín de Economía Internacional. BANXICO, v. XIII, no. 2 (abril-junio 1987).
- Choi Sup Hyung. Bases for Science and Technology Promotion in Developing Countries. Tokyo: Asian Productivity Organization, 1983.
- Cline, William R. Informatics and Development, Trade and Industrial Policy in

Argentina, Brazil and Mexico. Washington: Economics International, Inc., 1987.

Comercio Exterior v. 37 n. 12 (diciembre 1987).

CONACYT. Programa Nacional de Ciencia y Tecnología, 1978-1982.
México: CONACYT, octubre 1978.

CONACYT. Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico, 1984-1988.
México: CONACYT, agosto 1984.

Cyert M., Richard y Mowery, David (editores). Technology and Employment.
Washington D.C.: National Academic Press, 1987.

Dahlman, Carl J. y Sercovich, Francisco C. Local Development and Exports of Technology. The Comparative Advantage of Argentina, Brazil, India, The Republic of Korea and Mexico. Washington: World Bank (Staff Working Papers, no. 667), 1984.

Department of Trade and Industry. "DTI - the department for Enterprise, presented by the Secretary of State for Trade and Industry and the Chancellor of the Duchy of Lancaster by Command of Her Majesty". London: Her Majesty's Stationary Office, enero 1988. (mimeo).

Dorfman S., Nancy. "Route 128: The Development of a Regional High Technology Economy". Research Policy v. 12, 6 (diciembre 1983).

Erlich, Yigal. "Cooperation in Industrial Innovation". Tel Aviv: Ministry of Industry and Trade, 1984. (mimeo).

Erlich, Yigal. "Government Policy for Encouraging Industrial Research and Development". Tel Aviv: Ministry of Industry and Trade, 1984. (mimeo).

Freeman, Christopher. The Economics of Industrial Innovation. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1982.

Fransman, M. y King, K. (editores). Technological Capability in the Third World. London: Macmillan, 1984.

Frischtak, Claudio. "Brazil". en: Rushing, Francis W: y Carole Ganz Brown (editores). National Policies for Developing High Technology Industries, International Comparisons. Boulder: Westview special studies in Science, Technology and Public Policy, 1986.

Forbes, N. "The Process of Technical Entrepreneurship in India". Unpublished Ph.D. Dissertation, Department of Industrial Engineering and Management, Stanford University, 1987.

- Gereffi, Gary y Peter, Evans. "Transnational Corporations, Dependent Development, and State Policy in the Semiperiphery: A Comparison of Brazil and Mexico". Latin American Research Review v. 16, 2 (1981).
- Goldhor S., Richard y Lund T., Robert. "University to Industry Advanced Technology Transfer". Research Policy v. 12, 3 (junio 1983).
- Guile R., Bruce y Brooks, Harvey (editores). Technology and Global Industry. Washington, D.C.: National Academic Press, 1987.
- Halty Carrére, Máximo. Estrategias de desarrollo tecnológico para países en desarrollo. México: El Colegio de México, 1986.
- Heertje, Arnold. Economía y progreso técnico. México: Fondo de Cultura Económica, 1984.
- Hodara, Joseph. "Reflexiones sobre el Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico, 1984-1988". Comercio Exterior v. 35, no. 5 (mayo 1985): 452-456.
- House of Lords Select Committee on Science and Technology. "Government Response to the First Report of the House of Lords Select Committee on Science and Technology, 1986-87 Session, presented to Parliament by the Prime Minister by Command of Her Majesty". London: Her Majesty's Stationary Office, julio 1988. (mimeo).
- James D., Dilmes. "La conveniencia económica de fortalecer la investigación propia en los países nuevos desarrollados". Comercio Exterior v. 29, 12 (diciembre 1979).
- Justman, Moshe y Teubal, Morris. "Innovation Policy in an Open Economy: a Normative Framework for Strategic and Tactical Issues". Jerusalem: The Jerusalem Institute for Israel Studies, 1985. (mimeo).
- Kennedy, Donald. "Basic Research in the Universities. How Much Utility?". en: Landau, Ralph y Rosenberg, Nathan (editores). The Positive Sum Strategy. Washington D.C.: National Academic Press, 1986.
- Landau, Ralph y Rosenberg, Nathan. "Economic Growth the Basis for Any Society's Hopes for the Future". en: Landau, Ralph y Rosenberg, Nathan (editores). The Positive Sum Strategy. Washington, D.C.: National Academic Press, 1986.
- Landau, Ralph y Rosenberg, Nathan (editores). The Positive Sum Strategy. Washington, D.C.: National Academic Press, 1986.

- Lall, Sanjaya. Developing Countries in the International Economy. London: Macmillan, 1981.
- Lall, Sanjaya. Learning to Industrialize, The Acquisition of Technological Capability by India. Hong Kong: Macmillan, 1987.
- Lall, Sanjaya y Streeten, Paul. Foreign Investment Transnational Corporations and Developing Countries. London: Macmillan, 1978.
- Lynn, Leonard H. "Technology Transfer to Japan: What We Know, What We Need to Know, and What We Know That May Not Be So". en: Rosenberg, Nathan y Frischtak, Claudio (editores). International Technology Transfer. New York: Praeger, 1985.
- Minián Isaac (coordinador). Industrias nuevas y estrategias de desarrollo en América Latina. México: CIDE, 1986.
- Ministry of Industry and Trade. "Industrial R&D in Israel". Tel Aviv: The Israel Publishing Service, mayo 1984. (mimeo).
- Naciones Unidas. Una estrategia para la transformación tecnológica de los países en desarrollo. TD/277/Rev.1, Nueva York: 1985.
- Nadal Egea, Alejandro. Instrumentos de Política Científica y Tecnológica en México. México: Colegio de México, 1977.
- Nadal Egea, Alejandro y Salas Paez, Carlos. Bibliografía sobre el análisis económico del cambio técnico. México: Colegio de México, 1988.
- Neil, D. J. "The valuation of intellectual property" International Journal of Technology Management v. 3, no. 1/2 (1988).
- Ozawa, Terumoto. "Macroeconomic Factors Affecting Japan's Technology Inflows and Outflows: The Postwar Experience". en: Rosenberg, Nathan y Frischtak, Claudio (editores). International Technology Transfer. New York: Praeger, 1985.
- Perry J., William. "Cultivating Technological Innovation". en: Landau, Ralph y Rosenberg, Nathan (editores), The Positive Sum Strategy. Washington, D.C.: National Academic Press, 1986.
- Pierre J, Andrew (editor). A High Techonogly Gap?. New York,: Council on Foreign Relations, 1987.
- Ranis, Gustav. "Science, Technology and Development: a Retrospective View". en: Beranek, William y Ranis, Gustav (editores). Science, Technology and

- Economic Development: a Historical and Comparative Study. New York, Praeger, 1978.
- Reed, John S. y Moreno, Glen R. "The Role of Large Banks in Financing Innovation" en: Landau, Ralph y Rosenberg, Nathan (editores). The Positive Sum Strategy. Washington, D.C.: National Academic Press, 1986.
- Rodrik, Dani. "Closing the Technology Gap: Does Trade Liberalization Really Help?". NBER Working Paper Series n. 2654 (julio 1988).
- Rosenberg, Nathan. Perspectives in Technology. Cambridge: Cambridge University Press, 1976.
- Rosenberg, Nathan. Inside the Black Box: Technology and Economics. Cambridge: Cambridge University Press, 1982.
- Rosenberg, Nathan. "The Role of Science and Technology in the National Development of the United States. en: Beranek, William y Ranis, Gustav (editores). Science Technology and Economic Development. A Historical and Comparative Study. New York: Praeger, 1978.
- Rosenberg, Nathan. "The Impact of Technological Innovation: A Historical View". en: Landau, Ralph y Rosenberg, Nathan (editores). The Positive Sum Strategy. Washington, D.C.: National Academic Press, 1986.
- Sagasti, F. R. y Araoz, A. (editores). Science and Technology for Development: Planning in the STPI Countries. Ottawa: International Development Research Centre, 1979.
- Smilor W., Raymond et. al. (editores). Creating the Technopolis. Cambridge, Massachusetts: Ballinger Publishing Company, 1988.
- SPP. INEGI. Estadística de la industria maquiladora de 1975-1984. México: SPP, 1986.
- SPP. INEGI. Estadísticas del Comercio Exterior de México. México, SPP, varios números.
- SPP. INEGI. Industria maquiladora de exportación. México: SPP (serie avances), julio 1987 y julio 1988.
- Steward, Frances. Technology and Underdevelopment. Boulder: Westview Press, 1978.
- Steward, Frances. "Facilitating Indigenous Technical Change in Third World Countries". en: Fransman, M. y King, K. (editores). Technological Capability in the Third World. London: Macmillan, 1984.

Sunman, Hilary. France and Her Technopoles. London: CSP Economics Publications Ltd., 1986

The Economist. "The Titans of High Technology: A Survey". agosto 23, 1986.

Thorup, Catherin L., el. al. The United States and México: Face to Face with New Technology. Washington, D.C.: Overseas Development Council (U. S. Third World Policy Perspectives, no. 8), 1987.

Trejo Reyes, Saúl. El futuro de la política industrial de México. México: El Colegio de México, 1987.

Unger, Kurt. Competencia monopólica y tecnología en la industria mexicana. México: Colegio de México, 1985.

Unger, Kurt y Saldaña, Luz Consuelo. México: transferencia de tecnología y estructura industrial. México: CIDE, 1984.

Urquidi, Víctor L. "Transferencia de tecnología entre México y Estados Unidos. Experiencia y perspectivas". Foro Internacional v. XXVI, no. 3 (enero-marzo 1986): 317-330.

Wionczek, Miguel S. "Industrialización, capital extranjero y transferencia de tecnología: la experiencia mexicana, 1930-1985". Foro Internacional Vol. XXVI, 4 (abril- junio, 1986).

Wionczek, Miguel S. La sociedad mexicana: presente y futuro. México: Fondo de Cultura Económica (tercera edición), 1979.

Wionczek, Miguel S. "¿Es viable una política de ciencia y tecnología en México?". Foro Internacional v. XXI, no. 81 (julio-septiembre 1980): 1-23.

Wionczek, Miguel S. "Obstáculos para la aplicación de la ciencia y la tecnología al desarrollo económico y social de los países menos desarrollados". El Trimestre Económico v. L(1), no. 197 (enero-marzo 1983): 519-538.

Zschan, Ed. "Government Policies for Innovation and Growth". en: Landau, Ralph y Rosenberg, Nathan (editores). The Positive Sum Strategy. Washington, D.C.: National Academic Press, 1986.

Tecnología e industria en el futuro de México.

Posible vinculaciones estratégicas

México

Editorial Diana y Centro de Investigación para el Desarrollo

Serie Alternativas para el Futuro

Noviembre de 1989