

capítulo segundo

**DIAGNOSTICO DEL
DESARROLLO
TECNOLOGICO Y DEL
SISTEMA NACIONAL DE
CIENCIA Y TECNOLOGIA**

2 Diagnóstico del desarrollo tecnológico y del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología

2.1 Políticas económicas¹

La evolución tecnológica de los sectores productivos del país está estrechamente ligada a las políticas de desarrollo industrial implantadas desde hace largo tiempo. El estado tecnológico actual en la producción de bienes y servicios puede explicarse en función de las medidas adoptadas para acelerar el desarrollo económico. El hecho más relevante que puede observarse es la correlación negativa y a veces nula entre el crecimiento económico y el desarrollo de tecnologías locales; es decir, la modernización del aparato productivo nacional se ha basado esencialmente en la importación de tecnologías con la consecuente inhibición de la creatividad nacional.

El rasgo principal del modelo de crecimiento seguido desde 1940 fue la sustitución de importaciones, y hasta 1970 la estrategia se realizó dentro de un marco de política financiera estabilizadora de largo plazo que preservó al país de cambios bruscos en los precios y en la paridad de la moneda. El Producto Interno Bruto creció en el periodo a una tasa anual media superior al 6 por ciento, mientras que la industria lo hizo a tasas aún mayores. Como consecuencia, en 1970 la participación de los productos importados en la oferta total se había reducido al 7 por ciento en bienes de consumo no duradero, 18 por ciento en bienes intermedios y 47 por ciento en bienes de capital y duraderos.

Las cifras anteriores muestran la preferencia por estimular primero la producción local de bienes de consumo no duradero, y sólo en menor medida la de bienes intermedios, de capital y duraderos. El rezago en la producción de bienes de capital es significativo, pues determina el grado de desarrollo tecnológico propio.

La política de sustitución de importaciones comprendió también la protección de los mercados nacionales para los productores locales y la disponibilidad para ellos de insumos abundantes y baratos. En efecto, mientras que al sector agropecuario se canalizó 18.8 por ciento de la inversión pública durante el decenio 1960-1970, a los sectores petrolero, petroquímico, eléctrico y de comunicaciones y transportes se destinó 67.2 por ciento.

Los resultados en el crecimiento industrial fueron notables. De 1960 a 1970 el Producto Interno Bruto casi se duplicó; los sectores más

¹ Las principales fuentes de información son: Solís, L. "Conferencias en el Colegio Nacional", octubre 1983/Villarreal, R. *La Contrarrevolución Monetaria*, Ediciones Océano, México 1983.

dinámicos fueron el eléctrico, que creció 3.6 veces; la industria de transformación, 2.3; las industrias de construcción y petróleo, 2.2; y transporte y comunicaciones, 1.9. El menos dinámico fue el sector primario, cuya producción en 1970 sólo había llegado a 1.4 veces la de 1960.

A pesar del desarrollo industrial, algunos problemas se volvieron críticos: a) no se generaron empleos suficientes para cubrir la demanda; b) se hizo más inequitativa la distribución del ingreso entre las familias, con lo cual, la población rural fue la más afectada; c) el aparato productivo no se integró armónicamente, por lo que no se redujo la dependencia de insumos y bienes de capital extranjeros ni se desarrolló la eficiencia y competitividad necesarias para participar en los mercados internacionales. Para corregir esta situación, en los primeros años posteriores a 1970 se cambió la política económica estabilizadora seguida durante tantos años por otra en la que se procuró acelerar la economía, aunque el déficit público creciera; como fracción del PIB, dicho déficit pasó de aproximadamente 2 por ciento en 1969 a más de 7 por ciento en 1979 y a 18 por ciento en 1982.

Una de las consecuencias del aceleramiento de la demanda y la sobrevaluación del peso fue la *desustitución* de importaciones en todos los tipos de bienes. La participación de los productos importados aumentó en el decenio 1970-1980 de 7 a 13 por ciento en bienes de consumo, de 18 a 25 por ciento en bienes intermedios y de 47 a 55 por ciento en bienes de capital.

Este fenómeno fue causado principalmente por cuatro factores: a) el crecimiento de la demanda; b) la incapacidad de la planta industrial; c) el abaratamiento de los productos extranjeros por la sobrevaluación de la moneda nacional; y d) la disponibilidad de divisas extranjeras por la exportación de hidrocarburos.

Al panorama descrito habría que añadir que la producción agropecuaria declinó en forma alarmante. No solamente dejó de ser exportadora, sino que los niveles de importación a que se ha tenido que recurrir para satisfacer la demanda interna colocan al país en una situación vulnerable política y económicamente.

Las cifras anteriores muestran a grandes rasgos la dependencia comercial y financiera del país. La dependencia tecnológica es todavía más grave, pues a la tecnología que se importa incorporada en los productos extranjeros debe sumarse la tecnología que se adquiere a través de la compra de patentes, marcas, suministro de conocimientos técnicos, asistencia técnica, ingeniería básica y de detalle, para fabricar los productos nacionales. (Ver programa sectorial de Comercio y Fomento Industrial)

2.2 Conocimiento de la naturaleza y sociedad²

Una de las fuentes del atraso tecnológico del sistema productivo nacional es el desarrollo insuficiente de la investigación para el conocimiento

² En este apartado se reproducen porciones de las conclusiones del Foro de Consulta Popular para la Planeación Democrática del Desarrollo Tecnológico en *Planeación Democrática*, abril, 1983.

de las características física, biótica y social del país. Este conocimiento es indispensable para la elaboración de inventarios útiles en el aprovechamiento racional de los recursos naturales con los que está dotado el territorio.

Los recursos naturales renovables y no renovables, terrestres y marinos, están organizados en ecosistemas con características definidas, que varían dependiendo de sus propios procesos físicos y químicos. Para ejercer una política de conocimiento y de evaluación de los usos y los recursos de dichos ecosistemas se requiere conocer no sólo su composición, sino también su organización estructural y funcionamiento y la forma en que las acciones del hombre les afectan.

Alcanzar una autosuficiencia estable en la producción de alimentos y otros productos agropecuarios y forestales en el contexto de una política nacional de uso de los recursos naturales renovables, requiere analizar los mecanismos de equilibrio y flujo, tanto en los ecosistemas manejados por el hombre, como en los naturales. La imagen popular de la renovabilidad de los recursos bióticos nos hace olvidar con frecuencia que éstos son renovables sólo en la medida en que se mantengan las condiciones ambientales, estructurales y biológicas adecuadas.

México es soberano sobre los recursos en cerca de 2 millones de km² de área continental y de 3 millones de km² de área marina. Estos recursos son un patrimonio que deberá administrarse conociendo su disponibilidad y de acuerdo con las prioridades nacionales. La investigación científica y tecnológica orientada a la prospección y evaluación de estos recursos y al uso de la tecnología adecuada, tanto de exploración como de explotación, de acuerdo con las características y necesidades socioeconómicas del país, es insuficiente.

A diferencia de lo que ocurre en algunas áreas de la ciencia y la tecnología en que nuestro país depende a veces totalmente de conocimientos y desarrollo generados en el extranjero, en las ciencias relacionadas con el conocimiento y manejo de los recursos naturales renovables y no renovables la posibilidad de aplicar este tipo de conocimientos importado se reduce drásticamente. Lo anterior apunta a la indiscutible necesidad de generar la investigación que nos proporcione el conocimiento y las técnicas adecuadas tanto para el manejo racional y sostenido de nuestros recursos, como para la solución de los problemas socioeconómicos ligados a este manejo y explotación.

El grado de conocimiento de las proporciones continental y marina de México, así como los inventarios de los recursos naturales, se encuentran en niveles muy distintos, si consideramos el petróleo, otras fuentes de energía, el agua, los minerales y los recursos bióticos. En los últimos años, la labor de exploración petrolera y de recursos hídricos ha logrado un inventario aceptable para la planeación del desarrollo.

Se cuenta con cartas de información básica a escala aceptable de datos geológicos, geofísicos, hidrológicos y edafológicos, pero es necesario intensificar los esfuerzos para disponer información a escalas más adecuadas y en forma más expedita. En los últimos años la meteorología y la climatología se han desarrollado suficientemente y se cuenta con un buen número de estaciones, aunque todavía son precarias la red de telecomunicaciones meteorológicas y la de estaciones insular y marítima.

El conocimiento de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas de México es incipiente, tanto si nos referimos a los agroecosistemas, como a los manejados por el hombre, terrestres y marinos. En este campo, básico para el establecimiento de normas racionales de manejo, el país carece de personal suficiente con preparación adecuada.

Existe una red de campos agrícolas completada por algunos otros campos experimentales forestales y pecuarios que han logrado resultados importantes en algunas áreas. Sin embargo, para el estudio y conservación del germoplasma de los ecosistemas naturales, hay cuatro áreas únicamente en el país: las dos estaciones biológicas de la UNAM y las dos reservas de la biosfera del Instituto de Ecología. Es indudable la ineficiencia del actual sistema de parques en relación con una política de estudio y conservación de nuestras riquezas florística y faunística, ya que la riqueza está siendo destruida en forma acelerada por decisiones sin base técnica adecuada o explotaciones que responden únicamente a presiones económicas inmediatas.

Así, el desconocimiento de la estructura y dinámica de los ecosistemas conduce a la falta de normas para el manejo de los mismos; deficiencias tanto en el conocimiento como en el uso de los ecosistemas naturales, en el manejo de los recursos forestales (especialmente los tropicales) y en la agricultura de temporal.

En el mar, la explotación y manejo de las pesquerías es —salvo en casos contados— empírica y no cimentada en una información de la dinámica de dichos recursos que permita su explotación con normas ecológicas y económicas aceptables.

La utilización de los recursos forestales adolece de un bajo grado de eficiencia, en relación con el potencial productivo de las áreas forestales, y se realiza en forma muy restringida, tanto en el número de especies explotadas como en la diversidad de los productos provenientes de ellas.

En todos los puntos anteriores, la investigación científica y tecnológica que puede ayudar a despejar la irracionalidad e ineficiencia en el uso de los recursos naturales, es insuficiente en cantidad y calidad.

En el caso de los recursos no renovables, se repite la situación ya antes comentada en el caso de los renovables. La falta de inventarios y de investigación sobre técnicas adecuadas de exploración y explotación origina que no se cuente con políticas definidas, y la carencia de estas políticas trae consigo que la mayor parte de los esfuerzos no fructifiquen como es deseable.

Se cuenta con información sobre el contexto geológico de la superficie potencialmente minera a nivel de reconocimiento de semidetalle y se cuenta con mapas geológico-mineros a escala 1:500,000 de todos los estados de la República. Sin embargo, se requiere un incremento en los estudios de detalle, para seleccionar con esos resultados áreas de estudio de micro-detalle geológico con su respectiva evaluación económico-minera.

La demanda de recursos no renovables está condicionada en gran medida por intereses y desarrollos tecnológicos externos. Muchos de los problemas actuales se deben no a la ausencia de materia prima nacio-

nal, sino a la falta de tecnología apropiada para procesarla y a la búsqueda de beneficios inmediatos que conduce a la pérdida de materiales valiosos.

A pesar de ser un país de vanguardia en la minería mundial, México se ha quedado rezagado en la fabricación del variado herramental, maquinaria y equipo que requiere la industria minera.

La característica más importante del sistema energético nacional es la preponderancia de los hidrocarburos. En 1983 las reservas probadas de este recurso se estimaban en 72 mil millones de barriles (12 veces más que a principios de 1976) y las reservas potenciales en 250 mil millones de barriles.³ Esto convierte a México en el sexto país más rico del mundo en este recurso. Las reservas de carbón del país se estimaban en unos 3,500 millones de toneladas, localizándose un 80 por ciento de ellas en el estado de Coahuila y el resto en los estados de Sonora y Oaxaca.⁴

El sector eléctrico es el consumidor más dinámico de energía primaria; en 1979 consumió el 34 por ciento de ésta y se estima que en 1985 la energía primaria requerida para satisfacer la demanda de energía eléctrica será 12 veces mayor que en 1960. La generación de energía eléctrica tiende a depender cada vez más de los hidrocarburos, aunque los programas de la CFE prevén que dicha tendencia se modificará para el año 2000. Es un hecho que los combustibles fósiles, incluyendo el carbón, pueden asegurar el suministro energético nacional al menos hasta principios del próximo siglo.

A más largo plazo la base energética tendrá que incluir nuevas fuentes. Entre otras opciones se encuentran la fisión y la fusión nucleares, la energía solar directa e indirecta (viento, mareas, biomasa, etcétera) y la geotermia. No pueden descartarse tampoco los combustibles sintéticos (hidrógeno, metano, metanol). De estas opciones, sólo la fisión está suficientemente desarrollada como para permitir una transición paulatina. Los países industrializados están regresando al carbón como fuente primaria de energía en un esfuerzo por hacerse menos vulnerables al mercado de hidrocarburos.

Cualquiera que sea la composición de la base energética actual o futura, es un hecho que la era de la energía abundante y barata pasó a la historia y que la tecnología difícilmente podrá invertir el encarecimiento de los energéticos. Las decisiones sobre energía se toman bajo condiciones de alta incertidumbre por la naturaleza misma del sector.

Para el año 2000 se estima que la composición probable de la base energética será de entre 75 y 90 por ciento de hidrocarburos, entre 5 y 12 por ciento para carbón, entre 4 y 5 por ciento para hidroelectricidad, y entre 1 y 5 por ciento para nuclear (con una contribución marginal prevista para la geotermia y otras fuentes).⁵

La capacidad tecnológica nacional del sector energético está bastante

³ Alonso, A., y Rodríguez L., *Diagnóstico y pronóstico sobre energía solar, biomasa y energía eólica*. Instituto de Ingeniería, UNAM, 1982.

⁴ Alonso, A., Rodríguez, L. op. cit.

⁵ Alonso, A., Rodríguez, L. op. cit.

mente autosuficiente en tecnología de exploración y explotación de recursos primarios, así como en servicios técnicos, operativos y de construcción de procesos. No obstante, todavía es necesario importar equipo y tecnología para el diseño de plantas energéticas. La capacidad tecnológica se explica por la prioridad que se le ha concedido a la investigación energética.

Las investigaciones y desarrollos del país se concentran primordialmente en aspectos de petróleo y gas y electricidad (generación, transmisión y distribución); en menor escala sobre aspectos de las áreas nuclear, hidroeléctrica y geotermia. Aún son incipientes las áreas de carbón, y minúsculas las de otras fuentes, en particular la energía solar.

En relación con el conocimiento de la sociedad nacional es necesario actualizar, completar e integrar la información existente en México y en el extranjero sobre los grupos étnicos, e intensificar los estudios para el conocimiento de la dinámica poblacional. Es necesario también profundizar en el conocimiento de los efectos mutuos producidos entre las políticas educativas y las demandas actuales y previsibles de recursos humanos del sector productivo.

La información existente sobre los problemas de salud del país es incompleta y poco confiable. No existen estadísticas extrapolables a toda la población. No obstante las deficiencias en la información, puede afirmarse que la patología del país es típica de los países subdesarrollados: elevada mortalidad infantil; enfermedades infecciosas agudas, especialmente digestivas y respiratorias y de carácter epidémico alta frecuencia de tuberculosis; desnutrición y mal nutrición generalizadas, particularmente grave en los niños y alta frecuencia de alcoholismo.

Las enfermedades infecciosas agudas del árbol respiratorio y las infecciosas y parasitarias del aparato digestivo constituyen el problema de más importancia en la salud pública del país. México cuenta con una infraestructura científica muy desarrollada en el campo de la enteritis y existe tradición de estudios bacteriológicos, virológicos y parasitarios de prestigio internacional; es necesario, sin embargo, incrementar la eficiencia en el combate contra esta clase de enfermedades por medio de programas de coordinación entre los diferentes organismos a que compete este problema.

Muchos de los problemas de salud en México no corresponden al aspecto científico ni tecnológico de dicha área. A modo de ejemplo: sistemas de agua potable y drenaje disminuirían las epidemias de enfermedades infecciosas gastrointestinales; sistemas para el control de la contaminación ambiental del aire de las grandes urbes disminuiría la incidencia de los problemas respiratorios; una mejor dieta y mejores condiciones de trabajo reducirían el índice de incidencia de tuberculosis y una mejor distribución de la riqueza disminuiría los niveles de desnutrición.

Subsisten desigualdades considerables en los patrones de consumo alimentario y persisten grupos de población afectados por una escasa ingestión proteínico-energética. Se estima que a partir de los seis meses de edad, de 50 a 70 por ciento de los niños mexicanos exhiben riesgo de

padecer desnutrición. Existe en México una brillante tradición de investigación sobre los problemas de nutrición; las instituciones e investigadores que los han estudiado gozan de reconocimiento internacional. Sin embargo aún existen vacíos de información que es preciso llenar, en particular en los que se refieren tanto a determinantes de la calidad alimentaria como a indicadores regionales de desnutrición.

Aunque se carece de estadísticas adecuadas, se estima que en México hay 5 millones de alcohólicos. Los factores que influyen en el abuso del alcohol y sus consecuencias en la salud y la vida social se desconocen en buena parte. Las investigaciones al respecto son escasas, fragmentadas y de calidad variable. La farmacodependencia ya ha alcanzado también niveles elevados, siendo las principales sustancias de abuso la marihuana, fármacos psicotrópicos, cocaína, alucinógenos y opiáceos, en ese orden; tampoco en este campo se cuenta con estudios suficientes para su cuantificación y tratamiento.

En medicina del trabajo son numerosos los problemas que requieren de estudio y definición. En los últimos años, entre el 5 y el 10 por ciento de los trabajadores han sufrido accidentes de trabajo.

La práctica médica en el país se basa en el uso de instrumental y equipo, diseñados y fabricados en el exterior. Poco se ha hecho para adaptar técnicas curativas que requieren un menor volumen de inversiones o para impulsar la producción y desarrollo de equipo e instrumental que permita resolver los problemas más comunes de las zonas rurales.

2.3 Desarrollo tecnológico

Desde el punto de vista del desarrollo tecnológico, la manifestación más clara de la dependencia es la debilidad del sector productivo de bienes de capital. De una parte, por ser el sector en que es mayor el índice de importaciones, y de otra, porque lo que se produce en el país es lo que menos complejidad tecnológica tiene y en buena medida se fabrica con diseños y procesos importados, y con un grado de integración nacional bajo.

Para el inversionista nacional el sector productivo de bienes de capital ha sido menos atractivo que el de los bienes de consumo e intermedios, principalmente porque en ese sector no hay políticas proteccionistas, pero también porque es tecnológicamente más complejo y requiere de personal altamente calificado y de un sostenido esfuerzo de investigación y desarrollo.

El fomento a la industrialización implicó facilidades para la importación de los bienes de capital; para el productor nacional, público o privado, el equipo extranjero resultaba más barato, ofrecido bajo mejores condiciones financieras, de mejor calidad y en plazos más cortos. Además, la participación de la inversión extranjera en las empresas de nueva creación se materializa principalmente en bienes de capital de procedencia extranjera. Entre los principales equipos que se importaron en 1981 se encuentran los siguientes (entre paréntesis se indica el porcentaje del consumo nacional que se importa): máquinas herramienta (94), maquinaria textil (99), equipo de perforación (30), bombas y compresores

(47), maquinaria y equipo eléctrico (34), turbinas (100) y maquinaria agrícola (25).⁶

El subsector de bienes de consumo no duraderos representa casi la mitad del valor agregado de la industria manufacturera, siguiéndole el subsector de bienes intermedios y, finalmente, el de bienes de consumo duraderos y de capital con alrededor de la quinta parte del valor agregado industrial.

A pesar de que el costo global de las importaciones de tecnología es difícil de evaluar, se estima que el de tecnología no incorporada actualmente es de 300 millones de dólares al año. Entre el 80 y el 90 por ciento de ellos corresponde al sector manufacturero. En un análisis de los contratos de transferencia de tecnología aprobados por el Registro Nacional de Transferencia de Tecnología, se encontró que en cerca de 60 por ciento de ellos el contrato implicó el uso de marcas, en 55 por ciento el suministro de conocimientos técnicos, en 40 por ciento la asistencia técnica y sólo en 25 por ciento el licenciamiento de patentes. Parece pues que el problema de calidad y prestigio asociado con las marcas es una de las motivaciones básicas para la adquisición de tecnología en la industria manufacturera. La importancia relativa de las patentes como forma de transferencia de tecnología tiende a disminuir, tanto nacional como internacionalmente. Cerca de 60 por ciento de las tecnologías importadas proviene de los Estados Unidos, y 15 por ciento de los cuatro países europeos más importantes en este renglón. Esta estructura coincide razonablemente con la composición de la inversión extranjera en México. Las empresas transnacionales, que generan casi el 40 por ciento de la producción industrial, son los principales compradores de tecnología extranjera, en general a su casa matriz.

Porcentualmente, las ramas industriales con mayores gastos por tecnología importada son: farmacéutica 14.5; petroquímica secundaria 14; equipo eléctrico y electrónico 11 y alimentos 9.

“Este problema se complica aún más por la costumbre (necesidad, en ciertos casos) de importar plantas completas “llave en mano” o, incluso, “paquetes” con financiamiento, diseño, construcción, instalación, administración y hasta mercados para los productos. Es evidente que en cada uno de estos renglones puede aplicarse tecnología mexicana que permita regular o prohibir estas adquisiciones.

“En compensación, ya se cuenta con desarrollo tecnológico mexicano en industrias como la del cemento, fertilizantes, alimentos, variedades especiales de granos, ingeniería civil y otras, cuyo impulso financiero y técnico permitirá incrementar las exportaciones.

“Se sabe que los problemas de control de calidad e incremento de la productividad para la producción competitiva en los mercados interno y externo deben resolverse con urgencia para reducir las importaciones y fomentar las exportaciones de productos mexicanos.

“Existe suficiente desarrollo tecnológico mexicano como para utilizar materias primas regionales y generar productos de consumo interno y de exportación, incluso en el caso de las zonas áridas y tropicales (jojoba, barbasco, etcétera)”.⁷

⁶ Infotec, Estrategia tecnológica para la industria de bienes de capital, febrero 1984.

⁷ “Desarrollo tecnológico con efectos a corto plazo en la balanzas comercial y de pagos” en *Planeación Democrática*, abril 1983, pp. 41-42.

“Salvo raras excepciones, la pequeña y mediana industria no son capaces de desarrollar nuevos productos debido a los siguientes factores: falta de capacidad de sus técnicos, ingenieros y administradores, una infraestructura inadecuada para el desarrollo de tecnologías, equipo obsoleto, falta de acceso a laboratorios de prueba y escasez de capital. Esto generalmente conduce a copiar productos de patentes o marcas extranjeras, o a la maquila de partes.

“Las firmas mexicanas se limitan a hacer tecnología de detalle y no elaboran paquetes tecnológicos de calidad que incluyan ingeniería básica que pueda sustituir a los importados.

“La pequeña y mediana industria recurren a fuentes de tecnología extranjera no sólo para la adquisición de los conocimientos básicos o para el diseño e instalación de plantas, sino también para resolver problemas operativos de desarrollo comercial, e incluso de mantenimiento de sus unidades industriales con las consiguientes erogaciones significativas. Además, buena parte de los paquetes de tecnología adquiridos pueden producirse localmente.

“La vinculación entre la pequeña y mediana industria y las instalaciones de investigación y educación superior es prácticamente nula. Esto significa que tanto la industria como los centros de investigación desconocen los recursos y las necesidades de su contraparte. A su vez, los mecanismos de enlace que operan actualmente carecen de un esquema integral de promoción que permita el seguimiento de las actividades que componen el ciclo de investigación y desarrollo.

“En México existe una tradición de innovación, invención y calidad manufacturera que debería aprovecharse pero la mayoría de los logros alcanzados se archivan y se desconoce gran parte de la producción de nuestros científicos e ingenieros. La actual escasez de divisas deberá representar un estímulo para el rescate de estos trabajos.

“La carencia de un mecanismo de generación-transferencia-utilización impide que la pequeña y mediana industria utilice estos conocimientos. Además, existen obstáculos para la innovación tanto por la falta de flexibilidad en la estructura de nuestros mercados y sistemas de abastecimiento como por los fuertes riesgos y escasas recompensas financieras.”⁸

Entre los principales problemas tecnológicos se encuentran:

- Falta de capacidad de las pequeñas y medianas empresas para detectar sus requerimientos tecnológicos y evaluar proyectos, y baja capacidad económica para acudir a las empresas de consultoría e ingeniería y a los centros de investigación y desarrollo.
- Carencia de mecanismos de normalización, estandarización y control de calidad.
- Débil difusión interna de las innovaciones.
- Mercados internos cautivos poco propicios para promover la innovación tecnológica.
- Desvinculación entre los sectores productivos y los centros de investigación y falta de capacidad en el eslabón intermedio de las firmas de consultoría e ingeniería.

⁸ “Desarrollo tecnológico para modernizar la pequeña y mediana industria” en *Planeación Democrática* abril 1983, p. 20.

- Escasez de recursos humanos de alto nivel en el sector productivo y poca actividad de investigación en su interior.
- Marcada preocupación por los problemas tecnológicos de corto plazo.
- Bajo nivel de modernidad tecnológica en la mayor parte de las ramas industriales del país.
- Falta de comprensión cabal del sector industrial sobre el factor de riesgo que involucra todo proceso de innovación tecnológica y un desconocimiento de parte de los investigadores sobre los requerimientos y limitantes de los industriales.

La industria químico-farmacéutica está integrada por dos tipos de empresas: la farmoquímica y la farmacéutica. La primera cuenta con 82 empresas, 70 por ciento de las cuales están localizadas en el Distrito Federal y en el Estado de México. 75 de ellas se encuentran produciendo actualmente poco más de 350 principios activos con una capacidad instalada que supera ampliamente las necesidades de producción actual, principalmente en las áreas de síntesis, extracción y purificación, pero que es deficitaria en la capacidad instalada de fermentación. Este déficit provoca que la integración nacional de la industria sea baja, ya que se deben importar varios antibióticos o intermedios para la producción de vitaminas, enzimas, esteroides, etcétera. La producción nacional en este rubro es del 42 por ciento de los consumos totales.⁹

La segunda se compone de 317 empresas, 77 por ciento de ellas instaladas en el Distrito Federal y en el Estado de México. Esta industria presenta también una capacidad instalada que supera por amplio margen la demanda de productos. En 1982 se cubrió casi el 99 por ciento del consumo con producción interna, pero de las 50 empresas con mayor venta (72 por ciento del total del mercado), únicamente 11 son de capital nacional.¹⁰

Considerando el promedio en los últimos años, se encuentra que la industria presenta una situación deficitaria de comercio exterior: 300 millones de dólares anuales por importaciones contra una exportación de 100 millones de dólares. La mayor parte de estas importaciones (238 millones) son de principios activos, situación que coloca a la industria en una posición de dependencia del exterior muy fuerte.¹¹

Las empresas con capital extranjero se encuentran en mejor posición que las nacionales en cuanto al desarrollo de investigación, ya que cuentan con el apoyo de sus casas matrices. En contraste, las empresas nacionales se ven en la necesidad de desarrollar y/o adaptar tecnologías que en muchos casos no son precisamente las adecuadas, utilizando los recursos humanos disponibles en la empresa que son, en general profesionales especializados en labores diferentes a las de investigación y desarrollo tecnológico.

Existen varios aspectos que contribuyen de manera importante a la marcada dependencia del exterior en lo referente a la industria electrónica. Aunque en el país ya se cuenta con la tecnología para la fabricación de componentes utilizados en esta industria, la falta de cierto tipo de

⁹ SECOFI, *Padrón Nacional de la Industria Farmacéutica*.

¹⁰Op. cit.

¹¹Op. cit.

materiales ha limitado su desarrollo. Los abundantes recursos minerales de México no se benefician localmente por la falta de capacidad tecnológica nacional, provocando que se exporten las materias primas para posteriormente importar productos refinados.

La capacidad nacional en investigación y desarrollo de componentes electrónicos es muy escasa, por lo cual las importaciones han alcanzado niveles de gran magnitud en los últimos años.

La dependencia del exterior que provoca la importación de tecnología se agrava en cuanto a la instrumentación y la automatización de procesos. Alrededor del 70 por ciento del equipo de instrumentación y control consumido en el país es de importación.

Actualmente México cuenta con diversas redes que proporcionan, por separado, servicios de telegrafía, telefonía, télex, televisión, transmisión de datos y otras de tamaño reducido que sirven a ciertos sectores y organizaciones. Sin embargo, el país no cuenta con redes digitales integradas en servicios y las actividades de investigación y desarrollo en esta área son prácticamente nulas.

La investigación y desarrollo tecnológico de México en diseño de circuitos integrados es incipiente, aún a pesar de que la industria electrónica nacional difícilmente podrá desarrollarse si el país no cuenta con una amplia capacidad en este campo.

De los sistemas de programación de nivel básico que actualmente se utilizan en el país, más del 95 por ciento son producidos en el extranjero. Los escasos desarrollos nacionales que actualmente existen en esta área no están, por lo general, vinculados con requerimientos o necesidades de usuarios reales.

La producción de alimentos tiene alta prioridad nacional debido al índice de población severamente desnutrida y a la fuga de divisas ocasionada por la importación anual de granos y otros alimentos básicos.

La industria de procesamiento de alimentos es una de las más importantes del país. En 1970 le correspondió (excluyendo petróleo y química básica) una séptima parte del valor bruto de la producción total y una quinta parte del empleo industrial. Para 1988 conservará su participación en esas mismas cifras.

Las empresas trasnacionales, principalmente de origen norteamericano, concentran alrededor del 22 por ciento de la producción total de alimentos procesados del país e importan cantidades considerables de tecnología. Dentro de la producción pecuaria uno de los costos más elevados corresponde a los alimentos balanceados. Unas cuantas empresas, en su mayoría también trasnacionales, acaparan los insumos para producir alimentos balanceados. En 1980, 8 por ciento de las compañías produjeron el 76 por ciento de la producción total nacional de alimentos balanceados.¹²

La productividad agroindustrial ha dependido más del incremento de bienes de capital y de tecnologías extranjeras que de la producción endógena de maquinaria y equipo. La trasnacionalización innecesaria ha provocado una importación indiscriminada de tecnología. La dependencia tecnológica se concentra en las áreas de oleaginosas, alimentos lácteos, secado, refrigeración y otros procesos unitarios. Se han acumulado experiencias tecnológicas relacionadas con cereales y granos, frutas,

¹²SPP, *Escenarios Económicos de México*, 1981.

legumbres y hortalizas, carne, procesos de empaçado, pasteurización y producción de confitería.

Los productos perecederos constituyen una de las principales fuentes de exportación no petrolera; pero no hay controles rigurosos de calidad. Lo anterior ha favorecido la introducción de toxinas, metales pesados y otros agentes tóxicos en los alimentos procesados.

El sistema de propaganda comercial ha ocasionado distorsiones nocivas en los patrones de consumo, orientándolos hacia productos de alto precio y bajo valor nutritivo.

Los procesos biológicos industriales que más se practican en el país son derivados de tecnologías tradicionales para la elaboración de cerveza, vinos, vinagre y levadura. Los procesos más complejos se encuentran concentrados en las empresas trasnacionales. La actual crisis nacional ha limitado enormemente la importación de bienes derivados de la industria biológica internacional, pero al mismo tiempo está favoreciendo el interés por desarrollar internamente biotecnologías.

Los sistemas de conservación y/o transformación de alimentos propician no solamente grandes pérdidas poscosecha debido a la falta o mal uso de técnicas adecuadas para el manejo y almacenamiento de materias primas, sino también mermas considerables en los procesos de elaboración y calidad de sus derivados.

La comercialización y abasto de alimentos enfrenta el problema de insuficiente infraestructura adecuada para el acopio, transporte, conservación y distribución de esos productos, lo que repercute directamente en la calidad y precio final. Ello, como consecuencia del poco desarrollo de técnicas adecuadas para dichas fases en la cadena agroalimentaria. En algunas tareas de la cadena alimenticia se carece de personal entrenado debido a la falta de programas de formación de recursos humanos.

Actualmente la actividad constructora se distribuye en la siguiente forma: la autoconstrucción que comprende cerca del 50 por ciento del total de obra; los profesionales y técnicos que operan por cuenta propia que contribuyen con el 13 por ciento, y las empresas organizadas, asociadas en la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción (CNIC), con el 37 por ciento restante.¹³

La construcción de vivienda acapara la mayor parte de la actividad del sector, con un 46 por ciento del total. El resto se distribuye, con menos del 10 por ciento para cada rubro, entre edificación no residencial, agua, riego y saneamiento, transportes, electricidad y comunicaciones, edificios públicos, petróleo y petroquímica, y otras obras.¹⁴

La ocupación en esta rama ha crecido entre 1970 y 1980 a una tasa anual promedio de 7.8 por ciento, mientras que la ocupación en toda la economía nacional creció en ese mismo lapso a una tasa anual promedio de 3.8 por ciento. Esto indica la dinámica del sector como generador de empleos. Compárese esa tasa de generación de empleos con la capitalización, cuyo ritmo de crecimiento fue del 17 por ciento anual entre

¹³SPP, *Industria de la construcción y sus insumos. Análisis y expectativas*, tomo I, México, 1981.

¹⁴SPP, *Sistemas de cuentas nacionales de México*, tomo III, México, 1981.

1970 y 1975.¹⁵ Es decir, se ha demandado capital a una tasa superior al doble de la tasa de generación de empleo. Además, la producción del sector ha tenido una tasa media anual de crecimiento del 7.2 por ciento, concluyéndose que la tecnología en la construcción se ha transformado en una tecnología más mecanizada, pero menos eficiente.

El componente de importación de equipo, maquinaria y materiales empleados en la construcción oscila entre 0.18 por ciento en el acero de refuerzo hasta 48 por ciento en el equipo de excavación. En las grandes obras destinadas al sector público, el promedio de importación llega hasta 35 por ciento del costo de los diversos conceptos de obra.¹⁶

La importancia de la participación del sector agrícola en el Producto Interno Bruto del país se ha reducido sostenidamente del 11.6 por ciento en 1950, a cerca del 5 por ciento en 1980. Desde el punto de vista tecnológico la formidable expansión de la producción agrícola del país entre 1940 y 1965 se debió a la expansión de la superficie cosechada (tasa promedio anual de crecimiento del 3.2 por ciento en el periodo), incrementos en el rendimiento por hectárea (tasa promedio anual de crecimiento del 2 por ciento), y cambios en la importancia relativa de lo cultivado, con la introducción de cultivos de alto rendimiento. Sin duda el factor más importante fue la expansión de la superficie cosechada, principalmente por reducciones en las tierras de barbecho y en las pérdidas por sequías, pestes y otros factores precosecha, así como por la apertura de nuevas tierras al cultivo. Asimismo las tierras de riego, que duplicaron su extensión entre 1940 y 1960, contribuyeron a la expansión de la superficie cosechada de manera importante, lográndose con ello incrementos en el rendimiento de los cultivos (se estima que con el aprovisionamiento de agua el rendimiento promedio por hectárea se duplicó y por lo tanto se hizo rentable el uso de fertilizantes químicos en gran escala). Contribuyó también a incrementar el rendimiento por hectárea el desarrollo de semillas mejoradas (en particular de maíz, trigo, otros cereales y algunas oleaginosas) y la mecanización de parte del agro mexicano (sobre todo en tierras de riego). Se estima que la frontera agrícola nacional máxima podría ampliarse aproximadamente entre 29 y 32 millones de hectáreas. En la actualidad la tierra de labor representa 23 millones de hectáreas y la superficie cosechada alrededor de 17 millones de hectáreas.¹⁷

Por lo que toca al comercio exterior, las importaciones de los productos básicos se incrementaron notablemente en los últimos años mientras que las exportaciones se redujeron sustancialmente; así, en 1980 las exportaciones de cereales en granos eran despreciables mientras que las importaciones alcanzaban un 30 por ciento de la producción nacional (4.9 millones de toneladas). Por el contrario, en otros productos agrícolas como frutas, hortalizas y leguminosas, el país pasó de importador neto al inicio de los sesenta a exportador importante durante los setenta.¹⁸

¹⁵SPP, *Sistemas de cuentas nacionales de México*, tomo III, México, 1981.

¹⁶Banco de México, *Acervos y formación de capital, Cuaderno 1960-1975 "Serie Encuestas"*, tomo I, México, 1978.

¹⁷Alonso, A., et al, *Prospectiva sobre ciencia y tecnología en alimentos*, Fundación Javier Barros Sierra A.C., México, 1984.

¹⁸Alonso, A., et al, op. cit.

El patrón de desarrollo tecnológico para el sector agrícola del país ha sido adoptado de países con grandes extensiones agrícolas; dicho patrón descansa en una separación entre agricultura, ganadería y silvicultura, la existencia de unidades agrícolas especializadas, grandes extensiones planas irrigadas y el empleo intensivo de insumos; además ha propiciado el desarrollo y la coexistencia de un sector agrícola moderno y otro de subsistencia. Se calcula que por deficiencias tecnológicas, aproximadamente 50 por ciento de las unidades agrícolas del país cosechan menos de lo requerido para la autosubsistencia.¹⁹

Dada la escasez de buenas tierras para la expansión de la superficie agrícola, el aumento del volumen de producción agrícola dependerá de que se resuelvan diversos problemas que obstaculizan el incremento de la productividad del sector. Entre ellos se encuentran los siguientes: a) factores climatológicos adversos; b) presencia de plagas y enfermedades; c) uso ineficiente y manejo inadecuado de suelos y agua; d) empleo de tecnologías ineficientes; y e) carencia de personal capacitado para la investigación y la difusión de tecnologías apropiadas.

Como en el caso del sector agrícola, la participación del sector pecuario en el Producto Interno Bruto del país también se ha reducido sostenidamente desde 1940, pasando del 7.9 por ciento en dicho año a cerca del 3 por ciento en 1983. Entre 1965 y 1970 se dio la mayor producción bruta del sector, cuando éste había mostrado ya una franca caída en su dinámica de crecimiento. La población de aves, principalmente gallinas, ha sido desde ese tiempo la de mayor dinámica de crecimiento, incrementándose en aproximadamente un 45 por ciento entre 1970 y 1982. Las existencias de ganado porcino y bovino se han incrementado también de manera importante. Así, entre 1972 y 1982 la producción total de carne del país se duplicó.²⁰

En 1980 casi el 42 por ciento de la oferta total de carne del país correspondió a carne de bobino, 33 por ciento a la de cerdo, 22 por ciento a la de aves y el resto a ovinos y caprinos. Los rendimientos en kilogramo por animal sacrificado crecieron sólo ligeramente (menos de 5 por ciento) entre 1972 y 1982. Por su parte, la producción nacional de huevo entre 1972 y 1982 casi se duplicó y la de leche se incrementó en aproximadamente un 50 por ciento. A pesar de los incrementos señalados en la producción de carne y leche, las importaciones de estos productos crecieron considerablemente entre 1980 y 1982; así, México pasó de ser exportador neto de carne a finales de la década de los setenta a ser importador neto en los primeros años de la presente década; en productos lácteos, México ha sido importador neto desde 1970, pero el nivel de las importaciones ha crecido explosivamente en los últimos años.²¹

Entre los diversos problemas técnicos que retardan el desarrollo de la producción pecuaria, son importantes los siguientes: a) carencia de material genético de alto valor; b) prevalencia de enfermedades; c) subutilización de los recursos forrajeros, esquilmos agrícolas y otros subpro-

¹⁹Alonso, A., et al, *Prospectiva sobre ciencia y tecnología en alimentos* Fundación Javier Barros Sierra A.C., México, 1984.

²⁰Alonso, A., et al, op cit.

²¹Alonso, A., et al, op. cit.

ductos; y c) poca receptividad de los productores al empleo de nuevas tecnologías.

México cuenta con importantes recursos pesqueros; a pesar de ello, la participación del sector piscícola en el Producto Interno Bruto se ha mantenido en cerca del 0.1 por ciento desde 1940. Cabe destacar sin embargo que de 1970 a 1982 la dinámica de crecimiento de este sector superó por mucho a la del sector agropecuario. Entre 1970 y 1980 el volumen de explotación se cuadruplicó y al mismo tiempo modificó su orientación hacia capturas para uso industrial (en 1970 el 78.5 por ciento del volumen de explotación fue para consumo humano directo, mientras que en 1980 sólo el 53 por ciento se destinó a este uso). De 1970 a 1982 puede apreciarse también una diversificación en la captura para consumo humano directo; así, mientras que en 1976 el 51 por ciento del volumen correspondió a tres pesquerías (camarón, sardina y ostión), en 1980 les correspondió sólo el 28.6 por ciento del total. Las dos especies de mayor importancia para uso industrial son la anchoveta y la sardina; en 1980 a la primera de ellas correspondió la cuarta parte de la captura nacional o cerca de la mitad de la destinada a uso industrial. Por lo que toca a la flota pesquera, la de mayor tamaño se duplicó entre 1970 y 1980, mientras que el número de embarcaciones menores se multiplicó 1.8 veces en el mismo periodo. La infraestructura portuaria del país creció durante la década de los setenta en menor medida que la flota pesquera (el crecimiento en la capacidad de atraque fue del 41 por ciento). Esto, aunado a la insuficiente capacidad de almacenamiento de los puertos nacionales, constituyó fuerte limitante al desarrollo pesquero nacional. Esta actividad es potencialmente una fuente importante de recursos alimenticios, empleo y divisas. Sin embargo, para lograr un desarrollo más dinámico es necesario resolver los problemas organizacionales y técnicos que actualmente la obstaculizan. Entre estos últimos, es notable la carencia de conocimientos sobre la disponibilidad, variaciones de la abundancia, comportamiento anual y evaluación de las diversas especies que pueblan nuestros mares. Asimismo, se carece de técnicas para el cultivo en granjas de especies con alto valor comercial, de tecnologías más eficientes de captura y conservación, y de normas de control sanitario para el manejo y procesamiento de los productos.²²

2.4 Sistema nacional de ciencia y tecnología²³

El SINCYT tiene como función producir nuevos conocimientos científicos y tecnológicos, y difundir, tanto los generados en el país como los del extranjero, entre todas las capas de la sociedad, en particular en el sistema productivo de bienes y servicios.

Para cumplir con sus funciones, la ciencia y la tecnología deben tener canales bien definidos que los comuniquen con otros sectores de la vida nacional. En México se ha tendido a reducir el sistema de ciencia y tecnología a una de sus partes: el subsistema de investigación. Si bien éste

²²Alonso, A., et al, op. cit.

²³Los conceptos y cifras de este apartado fueron tomados de: IEPES, *Bases para un programa de ciencia y tecnología*, México, 1982.

debe ser el núcleo del sistema, tomarlo por el todo tiene graves implicaciones. La principal de ellas es que la función de investigación queda aislada de sus objetivos, tanto educativos como productivos y aun culturales. Esto lleva a definir el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología como el conjunto interrelacionado de los seis siguientes subsistemas y sus funciones correspondientes

- a) *El de investigación*, cuya función es generar nuevos conocimientos científicos y tecnológicos.
- b) *El de enlace investigación-producción*, que debe orientar la selección de tecnologías; aplicar los conocimientos tecnológicos a la producción de bienes y servicios y traducir las necesidades de la producción nacional en demandas específicas de tecnología.
- c) *El de enlace investigación-educación*, cuya función es formar investigadores y profesionales del más alto nivel para el sistema productivo.
- d) *El de comunicación social*, que ha de llevar a toda la sociedad información de la naturaleza, funciones, problemas y productos de la ciencia y la tecnología.
- e) *El normativo y de planeación*, que debe proporcionar marco jurídico y político al sistema de ciencia y tecnología, y establecer, seguir y evaluar las estrategias y acciones nacionales en la materia.
- f) *El de coordinación*, cuya función es facilitar la interacción de los componentes del sistema entre sí y con otros sectores de la sociedad.

Los esfuerzos para integrar en México un sistema de ciencia y tecnología comenzaron tardíamente en relación con países de potencial comparable.

En los últimos doce años se ha avanzado mucho en la creación de ciertas condiciones indispensables para definir y concertar acciones de ciencia y tecnología. Por ejemplo, se ha expandido y descentralizado la educación superior, se creó el CONACYT, se han multiplicado y reforzado los centros de investigación básica y aplicada, se comienza a ofrecer estímulos a la investigación y el desarrollo tecnológico, se ha institucionalizado y expandido el programa de formación de recursos humanos con alto nivel de preparación, etcétera. Además el país tiene una base económica amplia y diversificada y se han reforzado las actividades de planeación nacional. Todo ello da bases, pautas y oportunidades para incorporar la ciencia y la tecnología al caudal de recursos y herramientas para el desarrollo nacional.

No obstante, el sistema de ciencia y tecnología es aún muy deficiente, por pequeño, incompleto y desarticulado. Todos sus subsistemas tienen masa insuficiente para las proporciones nacionales y, aunque en algunos hay componentes vigorosos, otros son muy débiles o carecen de ciertos elementos clave. El mayor defecto del sistema es quizás la escasa interconexión entre subsistemas y entre los componentes de cada uno de éstos, necesaria para una mayor eficiencia interna y para la efectividad global.

A continuación se examina cada una de las partes del SINCYT.

Subsistema de investigación

Este subsistema está integrado por centros de investigación de todo ti-

po, incluso de las empresas del sector productivo y las asociaciones científicas. La función de este subsistema es generar nuevos conocimientos científicos y tecnológicos. Tal función se realiza mediante actividades de investigación básica, investigación aplicada y desarrollo tecnológico.

Los datos del inventario realizado por CONACYT en 1974²⁴ indican que en 1973 el subsistema de investigación contaba con los siguientes recursos humanos, medidos según su equivalencia en dedicación de tiempo completo: 788 con doctorado, 1 039 con maestría, 472 con especialidad, 2 422 con licenciatura y 630 con nivel inferior a licenciatura. Estudios posteriores han mostrado que el personal con doctorado y maestría ha crecido a una tasa promedio anual del 9 por ciento. Puede entonces estimarse tentativamente que en 1984 realizan labores de investigación alrededor de 6 000 personas con estudios superiores a la licenciatura, lo que da una relación de menos de 0.8 por cada 10 000 habitantes, cifra muy reducida si se compara con la de los países más industrializados, cuyos índices oscilan entre 20 y 45. Por otra parte, se estima que dichos recursos se distribuyen en actividades de investigación básica, aplicada y desarrollo tecnológico en proporción de 40, 55 y 5 por ciento respectivamente; como punto de comparación, en países con sistemas de ciencia y tecnología más integrados y de eficacia probada el peso relativo de la investigación básica varía entre 12 y 20 por ciento y el de desarrollo tecnológico entre 48 y 65 por ciento.

Pertenecen a organismos gubernamentales e institutos descentralizados del sector público la mayor parte de los individuos clasificados en el rubro de investigación aplicada (78 por ciento del total en este tipo de investigación) y una parte considerable de ellos (al menos la mitad) corresponden más bien al subsistema de enlace investigación-producción, pues las instituciones a que se refieren los datos realizan una cantidad muy importante de labores típicas de firmas de ingeniería o de cuerpos técnicos de asesoría o de colección de datos sobre recursos y condiciones del territorio nacional.

Los recursos que el país dedica al desarrollo de la ciencia y la tecnología pasaron a principios de la década pasada del 0.13 por ciento del Producto Interno Bruto al 0.54 por ciento en 1982. Todavía no se alcanzan los niveles deseables para atender las necesidades de un desarrollo con suficiente independencia. Compárese la cifra del 0.54 del PIB alcanzado en México con el 1.8 que dedica Francia, 2.1 Japón, 2.2 Inglaterra, 2.4 Estados Unidos y 4.6 la URSS.

Del gasto nacional en ciencia y tecnología propias, 96 por ciento lo aporta la administración pública federal y 4 por ciento las empresas o centros de enseñanza e investigación privados. Esta reducida cifra manifiesta la escasa relación que existe en México entre el sector productivo privado y la investigación; en países con avanzado desarrollo tecnológico las empresas privadas aportan cifras mucho más altas, por ejemplo, Suiza 80 por ciento, Alemania Federal 60, Suecia 50, Inglaterra y Estados Unidos 40 y Francia 30.

El crecimiento del gasto en ciencia y tecnología locales también es

²⁴Desde entonces no se ha realizado un inventario que abarque todo el subsistema de investigación; el CONACYT inició en enero de 1984 un nuevo inventario, cuyos resultados estarán disponibles a partir de septiembre del mismo año.

función de la capacidad del propio subsistema para desarrollarse; en este campo el crecimiento no depende tanto de las inversiones materiales sino de la formación de investigadores, de tal manera que la máxima tasa de crecimiento posible es la tasa máxima de formación de doctores. Se ha observado que las mayores tasas históricas de crecimiento del gasto en estos renglones en el mundo oscilan entre 15 y 18 por ciento anual, cifras mayores que el 9 por ciento observado en años recientes en México.

Quienes principalmente apoyan proyectos de investigación son el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, la Secretaría de Educación Pública y diversas instituciones de educación superior, especialmente la Universidad Nacional Autónoma de México, mientras que algunos gobiernos estatales y varias dependencias y organismos descentralizados del gobierno federal patrocinan proyectos de desarrollo tecnológico orientados a la solución de problemas específicos. Algunas industrias tienen grupos dedicados a resolver sus propios problemas, pero la escala de tal actividad es poco significativa; en general la pequeña y mediana industria privada no muestra interés en la investigación, mientras que la gran industria suele pagar regalías explícitas por tecnología importada o implícitas en los bienes de capital que compra.

En México las asociaciones científicas han tenido un papel activo como promotoras del interés público por la ciencia; sin embargo, su enfoque de los problemas de la ciencia y la tecnología generalmente ha sido fragmentario, por lo que no han contribuido a acelerar la integración de la investigación científica a los problemas prácticos del desarrollo. Hay alrededor de una docena de asociaciones científicas en el país, que agrupan a la mayoría de los investigadores activos de su respectiva disciplina. Existe además la Academia de la Investigación Científica, multidisciplinaria y más selectiva, que agrupa alrededor de 400 de los investigadores más destacados del país.

Entre los diversos aspectos cualitativos del subsistema de investigación destacan los siguientes:

- a) La centralización es enorme, tanto geográfica como institucionalmente. A pesar de la creación de numerosos centros de investigación en los estados de la República, residen en la ciudad de México entre 80 y 90 por ciento de los investigadores y la mayoría de ellos pertenecen a cuatro instituciones.
- b) El nivel académico de los investigadores está mejorando, pero globalmente es aún bajo en comparación con el de países avanzados. Alrededor de 25 por ciento de los investigadores de ciencias básicas poseen doctorado y otro 25 por ciento maestría. Los requisitos de preparación prevalecientes para acceder al nivel de investigador asociado en la mayoría de los centros del subsistema son muy bajos.
- c) Conviven en el subsistema grupos de investigación relativamente vigorosos y desarrollados (especialmente en disciplinas como las ciencias agropecuarias, la biomedicina, la física y algunas áreas de la ingeniería y de las ciencias sociales) con otros demasiado pequeños, de escaso rigor, o de poca significación, en las mismas y en otras áreas.
- d) Faltan normas y práctica generalizada para la evaluación de investigadores, grupos y centros de investigación.

- e) El componente del subsistema mejor dotado de recursos humanos es el de investigación básica, pero le faltan políticas, organización y mecanismos para participar en proyectos de gran envergadura o ligados a problemas de alto interés nacional.
- f) Es notable la disparidad entre las necesidades de México y la escasez de grupos vigorosos de investigación en ciencias de la tierra, meteorología, ciencias del mar, biología, economía y química. En las tres primeras áreas es indispensable establecer la diferenciación de actividades entre los centros de investigación aplicada y los de recolección de información sobre recursos y condiciones nacionales.
- g) La vinculación de los centros de investigación nacionales con los internacionales para el intercambio de información e investigadores es por lo general insuficiente y en algunas áreas inexistente.
- h) El equipo y materiales científicos nacionales son escasos y caros, y los talleres especializados para la reparación y mantenimiento de éstos son insuficientes y en algunas áreas no existen.
- i) En algunos centros existe inestabilidad económica porque el financiamiento es insuficiente e inoportuno.

Subsistema de enlace investigación-producción

Este subsistema está formado por: a) los instrumentos de política tecnológica, y b) los agentes tecnológicos.

Los instrumentos de política tecnológica son de suma importancia para orientar, fomentar y apoyar los esfuerzos nacionales de ciencia y tecnología hacia los propósitos de desarrollo del país. A través de instrumentos apropiados pueden incrementarse las posibilidades de:

- a) Acelerar el proceso de desplazamiento de las decisiones de innovación tecnológica hasta el nivel de la empresa, que es donde finalmente deben ocurrir.
- b) Hacer competitivas a ciertas ramas industriales orientadas a la exportación.
- c) Desarrollar un proceso de crecimiento y fortalecimiento de los productores pequeños y medianos basado en incentivos y apoyos para la innovación tecnológica.
- d) Orientar progresivamente la demanda de investigación de la industria en general hacia fuentes nacionales.
- e) Hacer que la oferta y la demanda de tecnología nacional se expandan de manera compatible.
- f) Establecer ligas entre la investigación básica, la aplicada y el desarrollo tecnológico.

En México desde hace dos o tres décadas se ha creado cierto número de instrumentos de política tecnológica. Sin embargo, éstos han sido carentes de propósitos explícitos y coherencia de conjunto, así como de significación práctica positiva; y no se ha hecho una evaluación sistemática para afinarlos de manera progresiva. Los principales instrumentos vigentes actualmente son:

De orientación y regulación

La Ley Sobre el Control y Registro de la Transferencia de Tecnología y el Uso y Explotación de Patentes y Marcas pretende evitar la adquisición de tecnología onerosa para los particulares o lesiva para el desarrollo nacional. Dicha Ley estipula los procedimientos y requisitos para la inscripción al Registro Nacional de Transferencia de Tecnología y las sanciones a los infractores. Registrar la adquisición de tecnologías permite controlar en cierto grado las compras y crear conciencia en el empresario sobre las implicaciones de las diversas cláusulas de los contratos. Como instrumento regulador, tiene la desventaja de conocer los contratos una vez que han sido concebidos y negociados; generalmente opera *a posteriori* sobre condiciones formales y no en las decisiones tecnológicas esenciales. No se establecen en la Ley criterios sectoriales para orientar el desarrollo industrial. (ver cap. 5.2)

La Ley para Promover la Inversión Mexicana y Regular la Inversión Extranjera busca controlar el monto y orientación de la participación extranjera. Se establecen en ella bases para un tratamiento discriminatorio a distintos tipos de empresas, aunque con un criterio diferenciador deficiente pues considera como nacionales a empresas con el 49 por ciento de capital extranjero.

De fomento tecnológico

La Ley de Inversiones y Marcas tiene por objeto proteger jurídicamente los desarrollos tecnológicos. La Ley de 1976 establece como requisito indispensable la explotación de la marca para evitar su caducidad; el titular de la marca debe comprobar su explotación efectiva dentro del año siguiente al registro. Se busca reducir la dependencia frente a las marcas de origen extranjero mediante la obligación de vincular a marcas originalmente registradas en México. Sin embargo, hay necesidad de actualizar la legislación para salvaguardar todos los desarrollos tecnológicos nacionales.

La Ley General de Normas, Pesas y Medidas pretende establecer normas técnicas para procesos y productos, y metrología para control de calidad. Existe dispersión de esfuerzos y omisión de sectores de capital importancia para el desarrollo industrial futuro. Muchas normas vigentes han sido adopciones casi literales de normas extranjeras. El Estado asume, generalmente, una actitud pasiva homologando las normas que le presentan las empresas. Están en vigor aproximadamente 2 500 normas técnicas específicas (contra 5 000 a 8 000 de los países industrializados).

El Decreto que establece la devolución de impuestos a exportadores de tecnología busca reducir los gastos de comercialización. El instrumento carece de selectividad al otorgar el mismo tratamiento al desarrollo tecnológico relacionado con la producción de artículos suntuarios que al de bienes básicos. La política fiscal mantiene como objetivo central la aceleración del proceso de formación de capital.

También se encuentran en operación los Decretos que crean el Consejo Consultivo para la Exportación Tecnológica, el Registro Nacional de Instituciones Científicas y el Registro de Empresas Tecnológicas.

El Decreto que establece los estímulos fiscales para fomentar la investigación, el desarrollo y la comercialización de tecnología nacional, aunque no se derogó definitivamente, se encuentra suspendido a partir de diciembre de 1982.

De apoyo industrial

La Ley Aduanera tiene como objetivos corregir el déficit de la balanza de pagos y proteger la industria local. Esta ley tiene muy poca acción de regulación y control sobre transferencia de tecnología incorporada a la compra de equipos, maquinarias, instrumentos y materiales.

El Decreto sobre Descentralización y Desarrollo Industrial, que proporciona incentivos a las empresas localizadas en zonas descongestionadas, establece definiciones de prioridades sectoriales demasiado amplias y carece de una coordinación adecuada con otros instrumentos de la política industrial.

Asimismo, existen diversos acuerdos, leyes y decretos sobre tratamiento fiscal de gastos relacionados con decisiones tecnológicas. No todos ellos cuentan con mecanismos operativos y alcances bien definidos, ni estipulan las actividades tecnológicas que se desea fomentar o gravar. En general, las consideraciones sobre la generación de empleo, selección de técnicas y desarrollo tecnológico autónomo no ocupan un lugar importante en la formulación de la política fiscal. Además, casi cualquier otro gasto de la empresa puede considerarse normal y propio del negocio y por lo mismo deducirse. Esto último hace que los estímulos fiscales a la investigación y el desarrollo experimental pierdan su carácter de incentivo, a menos que se otorguen de manera general y flexible.

Finalmente, se cuenta con diversos fondos y otros instrumentos financieros y crediticios de apoyo a la industria. Entre los mecanismos financieros destacan los programas de tres fideicomisos de Nacional Financiera: el Fondo de Equipamiento Industrial (FONEI), el Fondo para el Fomento de las Exportaciones de Productos Manufacturados (FOMEX) y el Fondo Nacional de Estudios y Proyectos (FONEP). FONEI otorga apoyos crediticios y subvenciones a la industria nacional prioritaria, FOMEX proporciona créditos y garantías financieras para el desarrollo y la venta de tecnología y servicios técnicos al exterior, y FONEP financia estudios de preinversión de alta prioridad. Sin embargo, es común que los fideicomisos carezcan de prioridades sectoriales precisas y no manejen criterios sobre el origen de la tecnología utilizada y la realización local de investigaciones o actividades técnicas. Hay poca coordinación y coherencia entre la multiplicidad de instrumentos de apoyo financiero y crediticio.

Si vemos a través de los resultados globales netos, el conjunto de todos los instrumentos de política tecnológica aún es ineficaz, pues la producción nacional en casi todas las ramas está basada abrumadoramente en tecnología importada. Además la tasa de crecimiento de esta importación aumentó considerablemente mientras hubo disponibilidad de divisas; ello indica que la asimilación de las tecnologías compradas en el exterior es muy precaria y que los esfuerzos de adaptación e innovación son insignificantes.

La tasa de crecimiento de las importaciones de tecnología, tanto en años recientes como en periodos largos, tiende a ser más de tres veces mayor que la tasa de crecimiento industrial.

Las causas principales de esta situación son: 1) la casi nula efectividad mostrada en la práctica por los instrumentos de política tecnológica para normar en general las decisiones tecnológicas de las organizaciones productivas, y en particular para orientar progresivamente la demanda de ese insumo hacia el subsistema nacional de investigación, 2) la insuficiencia cuantitativa o la incapacidad estructural de los agentes tecnológicos para colaborar con los centros de investigación locales y apoyarse cada vez más en ellos para la mejora de sus servicios, y 3) la inercia de la dependencia, que da a la tecnología extranjera más influencia que a la nacional sobre los agentes tecnológicos del subsistema de enlace investigación-producción.

Algunas de las debilidades más importantes de los instrumentos actuales de política tecnológica son:

- a) La escasez de instrumentos y acciones que orienten a la industria antes de que tome sus decisiones tecnológicas esenciales.
- b) La falta de una estrategia para el incremento gradual de la autodeterminación tecnológica a partir de las condiciones actuales de cada rama industrial (o al menos de las ramas prioritarias).
- c) La falta de controles diferenciales que impiden la transferencia al país de tecnologías innecesarias dañinas.
- d) La falta de estímulos para el avance tecnológico de las actividades agropecuarias de pequeña escala y las artesanías.
- e) El escaso uso práctico que se hace de la información mundial sobre patentes.
- f) La falta (salvo en el sector agropecuario) de centros de demostración y extensionismo para servicio de los pequeños y medianos productores.
- g) El proteccionismo excesivo, que inhibe la necesidad de cambios para mejorar la productividad.
- h) La redundancia de instrumentos de carácter fiscal y la facilidad con que puede bajarse la base gravable de las empresas sin garantía sobre el uso de los recursos liberados; esto hace poco atractivos los estímulos del mismo tipo ligados a decisiones tecnológicas.
- i) La escasez de estímulos a la productividad.
- j) La multiplicidad y limitado alcance de los fondos de apoyo financiero y crediticio a las empresas.

En cuanto a las características de los agentes tecnológicos del subsistema de enlace investigación-producción, se puede decir lo siguiente:

- a) México cuenta con 13 ingenieros por cada 10 000 habitantes (Estados Unidos tiene más de 100 y los países europeos y Japón más de 200).
- b) Existen en el país poco más de 1 500 firmas de ingeniería y casi 600 de consultoría en administración, organización empresarial, economía, mercadotecnia, relaciones públicas, uso de patentes y marcas, y aspectos similares. Entre todas emplean a unas 30 000 personas. Se satisface la demanda nacional de servicios de ingeniería en un

porcentaje alto para estudios de factibilidad, ingeniería de detalle, especificación de compra, selección de fabricantes y proveedores y supervisión de construcción y montaje, pero en un porcentaje bajo para ingeniería básica. En los últimos años anteriores a la depresión económica la situación empeoró, pues la tasa de crecimiento de la inversión fue mayor que la de incremento de los recursos humanos de esas firmas. La insuficiencia de servicios de ingeniería y consultoría en la rama de productos de consumo duradero y bienes de capital es notable. Por otra parte, la pequeña y mediana industria tiene acceso muy limitado a los servicios de ingeniería y consultoría.

- c) Las relaciones entre centros de investigación y desarrollo y firmas de ingeniería y consultoría son prácticamente inexistentes. Esto se debe en gran parte a que tales firmas desarrollan muy poca ingeniería básica, que es, entre sus actividades, la que más directamente se liga con la investigación.
- d) Los cuerpos técnicos del gobierno, que pueden constituir un eficaz puente de comunicación entre las necesidades de innovación tecnológica del sector público y los centros de investigación, prácticamente no se aprovechan para ese fin.
- e) Los servicios de información científica y tecnológica son muy limitados. En los últimos años la UNAM y CONACYT han establecido servicios de consulta a bancos internacionales de información, lo que ha contribuido a mejorar la situación. Sin embargo, estos servicios aún son insuficientes, están concentrados en el Distrito Federal y son relativamente costosos como medio habitual de consulta. INFOTEC ha establecido programas de noticias técnicas, servicios de pregunta-respuesta, búsquedas bibliográficas y de información sobre patentes y normas, y otros tipos de información a la industria; es una de las instituciones del subsistema de enlace investigación-producción que mejor está respondiendo a las necesidades industriales. Por otra parte, la información sobre patentes e invenciones nacionales es de difícil acceso y poco usada, tanto por el sector productivo como por el sistema de ciencia y tecnología.
- f) El uso que de la información de libre acceso (revistas, series de publicaciones técnicas, memorias de congresos, etcétera) hace el subsistema de enlace investigación-producción es escaso y poco sistemático.
- g) En el país se publican alrededor de 250 revistas técnicas. Más de la mitad de ellas corresponden a los sectores agropecuario y de la salud. Sólo 10 por ciento de todas las revistas está orientado a la tecnología industrial. Cerca de 30 por ciento difunde técnicas originales y el resto reproduce, para fines de difusión, información técnica de origen extranjero. En cuanto a libros de carácter técnico, la mayoría son traducciones y no existen acciones eficaces para inducir a los investigadores nacionales a producir libros o monografías de alta calidad sobre sus especialidades.

Subsistema de enlace investigación-educación

Este subsistema está constituido por los centros de posgrado de las instituciones de educación superior.

De las numerosas instituciones y dependencias que otorgan becas para formación de recursos humanos sobresalen, por la magnitud de los

recursos que les destinan, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, la Secretaría de Educación Pública, la Secretaría de Relaciones Exteriores, el Fideicomiso Fondo para Desarrollo de Recursos Humanos, la Universidad Nacional Autónoma de México, la Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Educación Superior, el Instituto Politécnico Nacional y algunas entidades internacionales.

En 1983 se matricularon en el nivel de posgrado 30 653 alumnos equivalente a 3.5 por ciento de la matrícula en licenciatura. En otros países este índice es: Alemania Federal, 16.2; Canadá, 16; Estados Unidos, 30.3; Francia, 50; Inglaterra, 45.5; Israel, 37. Además, sólo 3 por ciento de la matrícula de posgrado en México corresponde a doctorado (61.5 es de maestría y 35.5 de especialización).

La distribución por áreas también es muy desbalanceada: 80.3 por ciento de los alumnos de especialización se inscribieron en el área de medicina, 15.5 en los de ciencias sociales y administración, y 4.2 en las cuatro áreas restantes; 63.8 por ciento de los alumnos de la maestría están en ciencias sociales y administrativas, educación y humanidades, y sólo 16.9 en ingeniería y 7.8 en ciencias naturales y exactas; en el doctorado 55.6 por ciento de la matrícula corresponde a ciencias sociales y administrativas, educación y humanidades, 22.9 a ciencias naturales y exactas y solamente 9 a ingeniería y ciencias agropecuarias. En la zona metropolitana de la ciudad de México se concentró 47.6 por ciento de los alumnos de maestría, 91 de los de doctorado y 64.6 de los de especialización; 55.2 de los profesores de tiempo completo, 74.6 de los de medio tiempo y 46.7 de los profesores por horas.

Subsistema de comunicación social

Los principales medios de los que el subsistema puede disponer para sus fines son bibliotecas, editoriales de libros de texto y divulgación, medios masivos de comunicación, museos científicos y técnicos, y parques zoológicos y botánicos.

El número de bibliotecas tiene importancia porque indica la cantidad de accesos dispuestos al público. En México había 2 352 bibliotecas en 1979, de las cuales 1 835 tenían un acervo mayor de 500 volúmenes. De las 580 bibliotecas públicas, 75 están en el Distrito Federal y el resto en los estados; pero el 64 por ciento de los municipios no tienen biblioteca de ningún tipo. La mayoría de las 85 000 escuelas primarias y secundarias tampoco tienen biblioteca y de las 2 290 de educación media superior sólo tienen 380.

De las 1 935 bibliotecas con más de 500 volúmenes el 64 por ciento son generales, el 15 por ciento están especializadas en ciencias sociales y humanidades y el 20 por ciento en ciencia y tecnología.

En 1979 había en las bibliotecas de México 0.20 libros por habitante, contra 14 en la URSS, 6.36 en Estados Unidos, 3.26 en Japón, 2.98 en Alemania Federal y 2.55 en Canadá y Holanda. Además prácticamente todas las bibliotecas del país están mal dotadas en número y preparación del personal que las atiende. En cuanto a la labor editorial de libros de texto y divulgación de 5 773 títulos publicados en México, sólo 241 fueron libros de texto.

A través de los medios masivos de comunicación (T.V. y radio), se

transmiten programas dedicados a la ciencia y la tecnología (Canal 11, Radio Educación, Radio Universidad, Programa "Ciencia y Desarrollo"), algunos con una audiencia considerable, pero no existen especialistas en comunicación capaces de traducir el conocimiento científico al conocimiento comunitario.

México es uno de los países que más periódicos diarios publica: 249; sin embargo, prácticamente no se divulga en ellos la ciencia y la tecnología.

En revistas México ocupa también un lugar privilegiado con 2 462. Sin embargo, las revistas con temas científicos y tecnológicos, orientadas al público no especializado son muy pocas. Cinco son las más conocidas: *Ciencia y Desarrollo*, *Información Científica y Tecnológica*, *Geografía Universal*, *Naturaleza* y *Chispa* (para niños). Sin embargo, su difusión es reducida (*Ciencia y Desarrollo* tiene un tiraje de 50 000 y *Naturaleza* de 4 000), pues por una parte su precio es alto y, por otra, requieren del lector una escolaridad mínima equivalente al bachillerato. Mención especial merecen dos publicaciones periódicas de la SEP: *Cómo hacer Mejor* y *Manuales para la Educación Agropecuaria*.

En cambio la situación en materia de museos de ciencia y tecnología y parques zoológicos y botánicos es muy pobre.

Subsistemas de planeación y coordinación

Hasta 1982 no se contó con una política científica y tecnológica emanada del proyecto de desarrollo nacional; consecuentemente la acción del Estado no ha tenido la suficiente información ni orientación para tratar asuntos de tanta importancia como son, entre otros, la capacidad de crecimiento del sistema de investigación, las áreas del conocimiento que más conviene al país desarrollar, los mecanismos idóneos de enlace entre la investigación, la educación superior y la producción, y las estrategias del proceso importación-asimilación de tecnologías.

En un sistema de ciencia y tecnología con la juventud, insuficiencia y desarticulación del nuestro, la función de coordinación juega un papel muy importante. En efecto, en el estado actual la mayoría de las interacciones entre componentes del sistema no están aún establecidas y con frecuencia hay obstáculos objetivos y subjetivos para hacerlas; también suele haber desconocimiento y desconfianza entre el subsistema de investigación, el de enlace investigación-producción y los sectores usuarios de los productores del sistema de ciencia y tecnología. Igualmente crítica es la necesidad de colaborar con otros sectores del Estado en la definición, estudio y afinación de los instrumentos de política tecnológica, de modo que haya congruencia entre éstos, el programa de desarrollo científico-tecnológico y el resto de los programas nacionales. Finalmente es necesario desarrollar bancos de información sobre el propio sistema de ciencia y tecnología, pues éstos son instrumentos indispensables para la planeación y la operación racional del mismo.

Uno de los mecanismos más eficientes para lograr vinculación y coordinación entre los elementos del SINCYT es la formulación de programas y proyectos específicos en los que conjuguen los intereses de científicos, tecnólogos y usuarios. Hasta la fecha indicada, este mecanismo no fue suficientemente desarrollado por el CONACYT, pues unos pocos proyectos de esa época estaban orientados a estrechar las relaciones entre investigadores y productores.