

CAPITULO II.

LA PROBLEMÁTICA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA DEL PAÍS

1. Una visión histórica del subdesarrollo científico y de la dependencia tecnológica.

A. La época colonial y la vida independiente.

El desarrollo de la ciencia y el desarrollo de la tecnología estuvieron íntimamente vinculados en las culturas prehispánicas. Aunque no se conoce con precisión el grado de avance alcanzado en estas materias antes de la conquista, se sabe que fue bastante alto en el terreno de la astronomía, de las matemáticas, de la agricultura, de algunas ramas de la metalurgia, de la arquitectura y la construcción, de la topografía y la geografía, de la zoología y la botánica, de la meteorología, de la medicina y de la farmacopea.

Durante el dominio español, la metrópoli estimuló en la Nueva España sólo el desarrollo de aquellas ramas y sectores productivos que la proveían de materias primas y metales preciosos y que no representaban un peligro de competencia para los productos que exportaba a la Colonia. Se configuró así una economía minera y agrícola deformada, que se caracterizó por una gran expansión de unas cuantas actividades primarias orientadas a la exportación y por un estancamiento o un deterioro en otras actividades ligadas a la satisfacción de necesidades locales. El sistema educativo de la Colonia, por su parte, se desarrolló con una fuerte influencia eclesiástica y bajo el predominio de concepciones aristotélico-tomistas.

Las disciplinas científicas que más se desarrollaron durante la Colonia estaban asociadas a esta pauta de expansión de las actividades económicas o a necesidades políticas de la Corona y de la iglesia, como la

de conocer el territorio. La economía y la ciencia coloniales hicieron caer en desuso muchos conocimientos y prácticas indígenas, pero utilizaron para sus propósitos otros, en particular los relacionados con la tecnología minera, la metalurgia y la medicina. También se desarrollaron la geografía, la cartografía, la topografía y los estudios de las lenguas indígenas, debido a la enorme preocupación por el control efectivo del extenso territorio de la Nueva España.

Dos grandes hombres destacan en esta época en ciencia y tecnología. El primero de ellos, Enrico Martínez, desarrolló un extenso sistema para el drenaje de la Ciudad de México, obra de colosales proporciones para su tiempo (1608). El otro gran personaje destacado fue Carlos de Sigüenza y Góngora (1645-1700), notable científico mexicano que incursionó en la astronomía, las matemáticas, la geografía, la física, la ingeniería, la medicina, la historia y la poesía, realizando, además, una amplia labor de divulgación científica.

La obra de Sigüenza y la de otros científicos del siglo XVII prepararon el terreno para un florecimiento de la actividad científica en México durante el siglo siguiente. Dadas las carencias de las instituciones y el hecho de que éstas obedecían a rígidos cánones impuestos por la metrópoli, la poca actividad vinculada a la ciencia, con anterioridad a la apertura de la Nueva España al comercio internacional por Carlos III, se produjo al margen de las instituciones académicas. Los investigadores carecían de oportunidades, estímulo

los y elementos adecuados de trabajo, y era frecuente el caso que fueran autodidactas e incluso tuvieran que improvisar sus utensilios de investigación.

Entre estos autodidactas destaca José Antonio de Alzate y Ramírez (1737-1799), la figura central del renacimiento científico de finales del siglo XVIII, quien prosiguió la labor que había iniciado Sigüenza en el campo de la divulgación de la ciencia. La obra de Alzate incluyó temas astronómicos, meteorológicos, metalúrgicos, geográficos, químicos, agrícolas, zoológicos, de botánica, de amplias cuestiones históricas, e inclusive filosóficos, humanistas y literarios.

La situación cambió considerablemente en la segunda mitad del siglo XVIII cuando, enfrentada a la decadencia económica de la Nueva España, la Corona rompió con la política de aislamiento de su más importante colonia americana de las influencias científicas y tecnológicas del mundo exterior. Este cambio de política dio fuerte impulso al desarrollo de la ciencia y la tecnología en la Nueva España. Este desarrollo estuvo directamente ligado con el establecimiento por la Corona de varias instituciones laicas, como la Academia de las Nobles Artes de San Carlos, el Jardín de Plantas de México y la Real Escuela de Cirugía. El más importante de todos los establecimientos fundados en esa época fue el Real Seminario de Minería, inaugurado en 1792. La importancia de esta institución estriba en que promovió la introducción y circulación de ideas y libros científicos modernos y en que desarrolló la investigación experimental y la utilización de aparatos e instrumentos de origen francés e inglés, hasta entonces desconocidos en México.

En general, en este florecimiento de finales de la época colonial, se impulsó el desarrollo de las humanidades, la medicina y la minería, actividades que no derivaban en aplicaciones productivas contrarias a los intereses de la Corona y, por ende, no ponían en peligro su supremacía comercial e industrial.

En la época formativa del México independiente, las élites novohispanas se vieron influenciadas por las ideas de cambio económico y social emanadas, por un lado, de la primera etapa de la Revolución Industrial en Inglaterra, y, por otro, de la Revolución Francesa. La presencia de los diputados de la Nueva España en las Cortes de Cádiz en 1812 y en 1820 y el papel crucial de algunos de ellos en la elaboración de la Constitución de 1824 tuvieron influencia considerable sobre los debates internos acerca de la estrategia

del desarrollo futuro del país. Fueron los conservadores, encabezados por Lucas Alamán, quienes elaboraron el primer esquema de desarrollo basado en el fomento de las actividades mineras, esta vez en el marco de su integración al proceso de industrialización de Europa Occidental. La estrategia, fundada en la importación masiva de tecnologías mineras y de capitales europeos, fracasó antes de fines de la primera década de la Independencia por no haber tomado debidamente en cuenta la destrucción física de México ocurrida durante la guerra de independencia y las serias fluctuaciones cíclicas de la economía y de los mercados financieros de Europa.

El control del país por las fuerzas conservadoras entre 1821 y 1857, interrumpido sólo por breves períodos de dominio liberal, dio origen, alrededor de 1830, a la aparición de una nueva estrategia de desarrollo basada en la industrialización para el mercado interno, bajo el sistema de protección arancelaria o de prohibición directa de las importaciones competitivas. Tratándose de una industrialización dirigida a la sustitución de importaciones de textiles y de otros bienes de consumo no duraderos por la producción nacional, esta estrategia creó demandas muy limitadas de innovación tecnológica. Sin embargo, los pocos insumos tecnológicos necesarios provinieron casi en su totalidad del extranjero, a través de la importación de maquinaria y de la inmigración del personal gerencial y técnico de Europa, principalmente de Francia e Inglaterra. La ausencia de relaciones científicas y tecnológicas entre México y Estados Unidos en la primera mitad del siglo XIX, no se debe tan sólo a los conflictos político-militares entre los dos países, como la guerra de Texas y la guerra de 1846-1847, sino también al hecho de que, con anterioridad a la guerra civil norteamericana, ese país, y especialmente los estados sureños colindantes con México, eran científica y tecnológicamente casi tan subdesarrollados como México.

Las luchas entre los conservadores y los liberales, entre los centralistas y los federalistas y el desastre de la invasión norteamericana de 1846 limitaron al mínimo todas las posibilidades de desarrollo económico de México durante más de un cuarto de siglo. Sin embargo, en las décadas anteriores a la Reforma tuvo lugar un lento desarrollo industrial en la capital y en los estados de Puebla, Veracruz, Yucatán y Jalisco y una expansión de los contactos científicos y tecnológicos con los principales países industrializados europeos —Francia e Inglaterra—. Alrededor de 1850 apa-

rece en el vocabulario de las élites económicas e intelectuales de México el concepto de "mejoras materiales", asimilado por completo más tarde al lenguaje político del Porfiriato. Se fortalece en el mismo período la recolección de información estadística de toda índole, que queda consignada en las memorias oficiales y en las revistas científicas, como el Boletín de la Sociedad de Geografía y Estadística. Además, surgen en las distintas capitales de los estados revistas, a veces efímeras, dedicadas a las "mejoras materiales", con un contenido tomado en su mayor parte de las revistas científico-tecnológicas europeas. Cabe recordar que estas revistas no solamente se ocupan de las "mejoras" industriales, sino también de las técnicas agrícolas que en opinión de sus editores se podrían aplicar a las grandes haciendas mexicanas.

El pensamiento liberal del período 1821-1857, que carece de planteamientos sobre el papel de la ciencia y la tecnología en el desarrollo, abunda en preocupaciones sobre la sociedad y la educación. De hecho, apenas consumada la separación de España, aún bajo el Primer Imperio de Iturbide, José María Luis Mora empieza, en el Colegio de San Ildefonso, a impartir el primer curso de economía política en México. Durante su breve período de gobierno, a principios de la década siguiente, Valentín Gómez Farías intenta destruir el sistema educativo heredado de la Colonia cerrando la Universidad, dominada por los conservadores y la iglesia, y de establecer un sistema alternativo de educación superior laico más moderno. La suerte de la Universidad Nacional y Pontificia de México refleja las luchas políticas entre los conservadores y los liberales: es reestablecida por Santa Anna en 1836, suprimida una vez más por Comonfort en 1857, reabierta por Zuloaga en 1858 y cerrada definitivamente por Benito Juárez en 1861, en vísperas de la intervención francesa. En ese mismo año de 1861, Juárez promulga la ley sobre la instrucción pública que instituye la enseñanza libre, establece la instrucción primaria federal gratuita, funda un gran número de instituciones de educación y reglamenta el funcionamiento de otras ya existentes.

La división entre los liberales, interesados en el fomento de la educación, y los conservadores, dedicados a las actividades científicas y tecnológicas en el marco de la sociedad tradicional, se ve con claridad dramática durante la intervención francesa, cuando las élites científicas mexicanas casi en su totalidad ofrecen su apoyo político a Maximiliano. Durante el Segundo Imperio hay una expansión considerable de las actividades científicas, profesionales y tecnológi-

cas bajo los auspicios de la Secretaría de Fomento, de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística y de varios organismos de nueva creación, como la Academia Nacional de Medicina. Muchos de los intelectuales mexicanos de esta época proseguirán sus actividades durante la dictadura de Porfirio Díaz, estableciéndose de esta manera un puente entre la ciencia conservadora de mediados del siglo XIX y el positivismo de fines del mismo siglo.

La consolidación del triunfo liberal, seguida en breve tiempo por la aparición del General Porfirio Díaz en la escena política nacional, trae consigo un fuerte impulso a la industrialización del país. El desarrollo económico alcanzado en el Porfiriato se realiza con capital, equipo y tecnología extranjeros, canalizados en la primera etapa hacia los ferrocarriles y hacia las actividades extractivas y extendidos, posteriormente, hacia la incipiente industria y los servicios urbanos. A este desarrollo corresponde el fomento de la investigación, de la enseñanza de la ciencia y de su difusión, asociado a la consolidación del positivismo.

De esa época data la creación de la Escuela Nacional Preparatoria, cuya concepción y estructura de un bachillerato único fueron elementos esenciales de la educación mexicana durante el Porfiriato. El bachillerato diseñado en esa época se apoyaba en el criterio de que era necesario que el estudiante tuviera un amplio panorama del conjunto de las ciencias positivas, complementado con los idiomas modernos y la lógica. Por razones políticas, se proscribieron las materias que pudieran suscitar polémicas ideológicas, como la economía política, sustituyéndolas por disciplinas basadas en el método experimental.

La reforma positivista, la creación de numerosas instituciones y el impulso a las publicaciones configuraron un auge importante de la ciencia moderna. La construcción de los ferrocarriles y el gran desarrollo de la minería dieron un gran impulso a las exploraciones geológicas y mineras, resultando excelentes estudios de tipo geológico y geográfico, un buen número de cartas y trabajos de localización, aunque casi todos realizados por extranjeros y publicados en el exterior. Se fundaron más de 70 instituciones de investigación y sociedades científicas, cuyas actividades estuvieron orientadas fundamentalmente al conocimiento y descripción de la flora, la fauna, los suelos y los fenómenos meteorológicos y astronómicos, y al estudio de la medicina y de la filosofía. Destacan la creación de la Escuela de Medicina, la

de Agricultura y Veterinaria, la de Ingenieros y la de Naturalistas, el Observatorio Astronómico Nacional, la Academia Nacional de Ciencias y la apertura al público de la Biblioteca Nacional. Se conocen más de 85 publicaciones científicas periódicas de la época del Porfiriato, en general de buen nivel. Además, el Estado fomentaba directa o indirectamente la publicación de un gran número de memorias, de libros de texto escritos o adaptados a la realidad nacional por mexicanos y de un buen número de obras científicas.

El positivismo modificó las condiciones del desenvolvimiento de la ciencia en México acumulando libros, instrumentos y aparatos de investigación y una gran masa de datos; sin embargo, en la mayoría de los casos, sólo se hizo una notable labor de acopiamiento sin procederse a las siguientes fases del quehacer científico. Tampoco el Porfiriato logró mayores avances en la educación: hacia 1910 existía una sola universidad en el país, la educación media y técnica era extraordinariamente raquítica y en los niveles primario y secundario las deficiencias eran enormes.

Así, en concordancia con la falta de cambio en las estructuras económicas y sociales, la estructura del quehacer científico y tecnológico no sufrió mayores modificaciones durante el siglo XIX. Consecuentemente, México quedó al margen del enorme desarrollo de la ciencia y la tecnología de Europa Occidental y Estados Unidos, colocándose en una posición de mayor inferioridad y dependencia, tanto en el terreno económico como en el científico y tecnológico. El país siguió conservando una estructura social colonial y elitista, en que las actividades educativas, científicas y tecnológicas asociadas a las necesidades de cambio social y a los sectores productivos modernos recibían atención muy escasa.

Si bien no existen todavía explicaciones convincentes del escaso progreso de la ciencia y la tecnología en México en el siglo XIX, entre los factores que habría que tomar en cuenta cabe mencionar el escaso desarrollo económico del país, la estructura agraria caracterizada por una gran concentración de la tierra, las limitaciones y rigideces del sistema educativo y las vinculaciones de las élites políticas e intelectuales mexicanas con Europa Occidental. Los historiadores de la ciencia y la tecnología de los países avanzados sostienen que la revolución industrial europea y la concurrente aceleración del progreso científico y tecnológico no hubieran ocurrido en ausencia de los pro-

fundos cambios sociales de los siglos XVI-XVIII que, al destruir la organización feudal de las sociedades europeas, sientan las bases del desarrollo capitalista y producen una gran movilidad social desconocida anteriormente. Los historiadores de la ciencia y la tecnología de Estados Unidos, nación subdesarrollada al respecto en comparación con Europa Occidental hasta la guerra civil de la década de 1860, encuentran los orígenes del desarrollo científico y tecnológico de ese país en la necesidad de desarrollar actividades primarias, principalmente agrícolas, para el mercado interno en condiciones de escasez absoluta y relativa de mano de obra, así como en la necesidad de transformar materias primas en productos manufacturados para los mercados externos.

En el México independiente del siglo XIX no se dieron los cambios sociales que hubieran fomentado la necesidad del desarrollo industrial capitalista autónomo, apoyado en la ciencia y la tecnología, según los patrones del desarrollo económico europeo. Debido a la estructura semifeudal de la organización de las haciendas, no surgió una necesidad importante de cambio tecnológico en la agricultura, que hubiera llevado a México por el camino de desarrollo económico independiente, semejante al ocurrido en el norte de Estados Unidos entre 1800 y 1860. Durante los primeros cien años de la independencia de México, las comunidades rurales no sólo quedaron al margen de cualquier proceso de modernización sino que fueron despojadas de las tierras que aún tenían. Mientras la agricultura europea y sobre todo la del norte de los Estados Unidos sufría cambios tecnológicos profundos, la agricultura mexicana de fines del siglo XIX seguía siendo una copia fiel de la agricultura de fines de la Colonia.

En estas condiciones, el desarrollo del sistema educativo mexicano, dirigido a satisfacer las demandas de educación de la aristocracia terrateniente y de la burocracia política urbana, tampoco sufrió cambios mayores. La lucha entre los grupos políticos que defendían la preponderancia eclesiástica en la educación y los que pedían su laicización no se tradujo, durante todo el siglo XIX, en acciones tendientes a expandir los servicios educativos a la mayoría de la población concentrada en el sector rural. Consecuentemente, la educación no pudo actuar como un factor de movilidad social ni pudo establecer vínculos de importancia con el sistema productivo. La educación y la ciencia, cada una por su lado, seguían sirviendo a los intereses políticos y económicos de la aristocracia y de las éli-

tes burocráticas urbanas. La tecnología que necesitó el país para la industrialización tardía e imitativa del Porfiriato tuvo que provenir forzosamente del exterior, a través del capital, la maquinaria y los conocimientos técnicos y administrativos del extranjero.

Finalmente, hay que agregar que las élites mexicanas del siglo XIX —independientemente de su origen social— estaban mirando exclusivamente hacia Europa Occidental, el modelo por imitar. Sin embargo, ésta, con su gran avance científico y tecnológico, iniciado desde antes del siglo XVIII, tenía poco que ofrecer a México respecto al patrón de desarrollo de la ciencia y la tecnología, porque las diferencias en sus niveles respectivos de desarrollo eran demasiado grandes. Cuando México apenas entraba en la primera etapa de industrialización organizada, al inicio del Porfiriato, Gran Bretaña, Francia y Alemania contaban ya con economías tecnológicamente avanzadas. Por otra parte, la sociedad norteamericana, en el último cuarto del siglo XIX, superada la etapa de desarrollo tecnológico basado en la tecnificación agrícola y la transformación de las actividades artesanales en industriales, entra en competencia económica y tecnológica con los gigantes europeos. Esto fue posible merced, entre otras cosas, al notable desarrollo del sistema educativo a todos los niveles (desde la educación primaria hasta la universitaria) durante la primera mitad del siglo XIX.

Cuando durante el Porfiriato las élites mexicanas se enfrentaron, esta vez en condiciones pacíficas, al mundo del otro lado del Río Bravo, los Estados Unidos ya habían dado un salto del nivel de subdesarrollo científico y tecnológico del inicio del siglo al de la paridad con Europa Occidental. Por esta razón su modelo de desarrollo y su patrón científico y tecnológico eran tan poco aplicables a las condiciones socioeconómicas mexicanas como el modelo europeo de la misma época. Por no haber transformado sus estructuras sociales durante el siglo XIX, México tuvo que entrar al siglo XX por la ruta del desarrollo capitalista imitativo y de la dependencia científica y tecnológica, ambos poco compatibles con la ideología nacionalista que resurgió durante la Revolución.

B. El período posrevolucionario.

La incipiente actividad científica que se desarrolló durante el Porfiriato hubo de interrumpirse en el período crítico del movimiento revolucionario, a

principios del siglo. En la misma época la revolución científica y los cambios que ocurrieron en el escenario mundial dieron impulso y nueva orientación a las ciencias y a la investigación. Estos factores concurren de tal forma que, pasada la convulsión social del país, la investigación científica no sólo se encontraba retraída sino ajena a las nuevas corrientes que se habían impuesto en el mundo.

Las convulsiones socio-políticas del período de la Revolución, que subsistieron hasta fines de la década de los veinte, no fueron propicias al fomento de las actividades científicas y tecnológicas. Además, como consecuencia de la estrecha identificación de una parte considerable de las élites intelectuales científicas y tecnológicas del inicio del siglo con el Porfiriato, hubo una fuga considerable de cerebros al exterior en el período 1910-1925. A medida que avanzaba la pacificación del país con la llegada al poder de Plutarco Elías Calles, se fueron creando progresivamente algunas instituciones, primero de tipo educativo y posteriormente de investigación. En ellas, la generación de conocimientos vino a predominar sobre la práctica tradicional de buscar sólo mantenerse al día en el desarrollo de la ciencia internacional.

Se reanudaron las labores de la Universidad Nacional, cuyas actividades se encontraban interrumpidas desde su creación, en 1910. En ella se estableció la Facultad de Altos Estudios, en donde, entre otras, se impartieron las cátedras de ciencias físicas y matemáticas; en 1925 se convirtió en Facultad de Filosofía, en la que se siguió realizando la enseñanza científica hasta 1930, fecha en que se creó la sección de ciencias, que en 1939 se convirtió en la actual Facultad de Ciencias.

En los años treinta se crearon, entre otras instituciones, la ya citada Facultad de Ciencias de la UNAM, el Instituto de Física de la UNAM, el Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales, e institutos de investigación social, económica, jurídica y estética. En 1937 Lázaro Cárdenas estableció el Instituto Politécnico Nacional. Durante el período comprendido entre 1910 y 1929 se creó un buen número de instituciones de investigación; aproximadamente 25 instituciones más se crearon en el período de 1930-1939. En 1973, continuaban funcionando 10 instituciones establecidas entre 1910 y 1929 y 12 establecidas en los treinta; las restantes han desaparecido o se han fusionado.

En 1929, con el primer paso hacia la conquista de una autonomía plena de la Universidad Nacional y el esbozo de la libertad de cátedra, se logra dar un impulso importante a labores de investigación en ciencias exactas y naturales. Es en esta época cuando se incorporan a la Universidad un buen número de institutos de investigación: el Museo de Historia Natural, que con una nueva estructura y nuevos objetivos pasó a ser el Instituto de Biología; la Biblioteca Nacional, que se incorporó a la Universidad con el objeto de hacer de ella un instituto bibliográfico (lo que se consiguió muchos años después); y los institutos de Química y Matemáticas.

La libertad de cátedra y la libertad de investigación, conseguidas tras un largo proceso para establecer el principio de la autonomía, fueron oficialmente consignadas en la nueva ley orgánica de la Universidad en 1944. Estas dos libertades, junto con el profesorado de carrera, son los pilares sobre los cuales descansa el quehacer científico universitario. El profesorado de carrera, establecido legalmente hasta 1946, tuvo un crecimiento lento en los primeros años: en 1953 había poco menos de 20 profesores de carrera en toda la UNAM.

La ley que determinó que diversas instituciones de investigación del país formaran parte de la UNAM, la autonomía universitaria, la conquista de la libertad de cátedra y de investigación, la construcción de la Ciudad Universitaria y el establecimiento de la carrera de profesores e investigadores de tiempo completo son hechos que marcan momentos importantes en la institucionalización de la investigación en México.

Después de la Segunda Guerra Mundial surgieron muchas instituciones de investigación en el seno de los centros de educación superior, como un medio para profundizar en el estudio de las ciencias y, en su caso, para disponer de mejores recursos humanos para la docencia. Hacia 1950, el desarrollo de la investigación se centraba todavía alrededor de la medicina y la biología, y en segundo término en la química y las matemáticas. A estas disciplinas se han unido más tarde nuevas disciplinas: la física, la economía y la antropología.

Así, cuando se organizó el Congreso Científico Mexicano en 1953, la mitad de los 1 200 trabajos concernía a las ciencias biológicas y biomédicas y una cuarta parte a las ciencias físicas y matemáticas. Los

trabajos destinados a las ciencias sociales representaban el 20% del total. También hubo ponencias en el campo de la astronomía, teoría de la ciencia y ciencias de la tierra.

En 1969 se creó el Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados (CIEA), destinado a realizar labores de investigación para el Instituto Politécnico Nacional, cuya acción en el campo de la ciencia había sido bastante limitada durante sus dos primeras décadas. A partir de 1960, el CIEA ha venido jugando un papel de gran importancia en el desarrollo de la ciencia en México, al lado de un número creciente de institutos de investigación de la UNAM.

Las instituciones de investigación tecnológica son relativamente nuevas. El Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas (IMIT), creado en 1946 bajo los auspicios del Banco de México, es una de las instituciones más antiguas. En 1948 fueron establecidos los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial. Su ley constitutiva preveía que buena parte del sostenimiento corriera a cargo de los industriales y comerciantes del país; sin embargo, este apoyo no fue realizado debido a que, salvo casos excepcionales, la industria privada nacional no suele acudir a las instituciones de este tipo, prefiriendo tratos directos con los proveedores de la tecnología. En 1956 se fundó el Instituto de Ingeniería de la UNAM, el cual ha generado desarrollos tecnológicos de importancia, sobre todo en materia de ingeniería civil.

Durante la década de los sesentas, el Estado creó una serie de institutos de investigación para atender los requerimientos del sector paraestatal y para desarrollar algunas áreas de importancia estratégica para el futuro del país: el Instituto Mexicano del Petróleo, el Instituto Nacional de Energía Nuclear, entre otros. En el área agropecuaria se consolidó la investigación en organismos tales como el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, el Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales.

Esta breve reseña del desarrollo institucional de la ciencia y la tecnología a partir de la Revolución demuestra que, no obstante que la investigación científica y tecnológica ha sido fomentada y sostenida principalmente por el Estado, la creación de diversas instituciones de investigación no ha obedecido a una estrategia claramente definida de desarrollo del siste-

ma científico y tecnológico nacional. Ha sido más bien la urgencia o la oportunidad que se ha presentado en determinadas áreas lo que ha motivado el establecimiento de centros de investigación. Hasta 1945 fueron principalmente las instituciones de enseñanza superior las que fomentaron la creación de los centros de investigación científica. Solamente en los últimos 25 años empiezan a aparecer centros de investigación tecnológica o científico-tecnológica dentro o en torno al sector público.

El subdesarrollo de la ciencia y la tecnología nacional, que caracterizó al país hasta 1970, está íntimamente unido a la estrategia de desarrollo económico adoptada hace más de treinta años. Hasta la crisis mundial de 1929, la economía continuó su evolución íntimamente vinculada al desarrollo del mercado internacional: crecieron las exportaciones y se incrementaron las inversiones extranjeras en los sectores más dinámicos (industrias extractivas, transportes y electricidad). La Gran Depresión y sus consecuencias en la vida económica del país estimularon, a partir de 1934, la adopción de una estrategia de desarrollo más independiente, sustentada en un más vigoroso papel del Estado y en reformas estructurales que permitieron establecer las bases de una moderna economía.

En respuesta a la crisis económica internacional de fines del período interbélico, México, al igual que otros países latinoamericanos, adoptó como objetivo básico industrializar el país mediante la sustitución de importaciones. Se pensaba que la industrialización—propuesta desde la Independencia—aseguraría el desarrollo económico sostenido y continuo, modernizaría las estructuras sociales y proporcionaría al país un lugar de mayor importancia en el concierto de las naciones. En la estrategia de industrialización adoptada, que adquirió más impulso después de la terminación de la Segunda Guerra Mundial, la iniciativa del desarrollo correspondió al sector privado y se abrieron otra vez las puertas, en forma poco selectiva, al capital extranjero. La función del Estado dentro de este modelo de desarrollo consistía en expandir la infraestructura física, diseñar y administrar un sistema de protección a la industria y, dentro de sus limitadas posibilidades, proporcionar a la población el mínimo necesario de servicios sociales. Consecuentemente, la participación del sector público en la inversión global empezó a disminuir, mientras el sistema fiscal favorecía la acumulación de capitales en el sector privado.

La estrategia de industrialización consistió, en sus primeras fases, en sustituir la importación de bienes de consumo final y algunos bienes intermedios, sobre la base de tecnología, maquinaria e insumos procedentes del exterior, sin que en la mayoría de los casos existiera previamente un dominio sobre la aplicación de esa tecnología por parte de las empresas nacionales. En la medida en que las políticas de promoción al desarrollo industrial otorgaron un tratamiento preferente a la importación de equipo y maquinaria, la creciente base industrial del país se apoyó cada vez más en las tecnologías empleadas en los países industrializados. La escasa capacidad tecnológica disponible internamente ni siquiera permitía, en la mayoría de los casos, la adaptación del equipo y de la maquinaria extranjeros a las condiciones locales. En consecuencia, gran parte de la tecnología incorporada a la industria resultó intensiva en capital, factor de producción relativamente escaso en el país.

En el caso de la agricultura, una parte del cambio técnico experimentado en los últimos 30 años se basa en patrones tecnológicos de los países industrializados. Las tecnologías importadas se han aplicado con éxito en aquellas regiones en donde las características de los suelos y el tipo de explotación y productos coincidían con los de tales países. A este patrón de cambio tecnológico iba asociada una política que puso énfasis en la producción agrícola comercial, y que orientó buena parte de la investigación agrícola hacia esa meta.

Este patrón de desarrollo tecnológico, dependiente, tuvo muchos inconvenientes graves para la economía y la sociedad. Primero, demandaba la utilización de insumos intermedios que no se producían en el país, creando fuertes presiones sobre la balanza de pagos. Segundo, por basarse en la disponibilidad de recursos naturales de los países de origen, las tecnologías adquiridas en el exterior no resultaban adecuadas para la explotación de una gran variedad de recursos renovables de las zonas áridas y tropicales del país. El resultado fue la agudización de los desequilibrios en el desarrollo regional, ya de por sí muy grandes. Tercero, la importación de tecnología propiciaba la producción de bienes de consumo final similares a los de los países desarrollados y con diseños aptos para mercados con niveles y distribución del ingreso distintos a los del mercado nacional, postergando, de esta manera, la posibilidad de generar bienes al alcance de los grupos populares. Cuarto, la industrialización creaba

pocas oportunidades de empleo y, en vez de ampliar el mercado nacional efectivo, agudizaba el problema de concentración del ingreso. Quinto, ha contribuido a que el sistema educativo capacite fundamentalmente para operar tecnología importada en vez de formar recursos humanos con capacidad para realizar tareas de experimentación e investigación.

En resumen, la industrialización imitativa, basada en el patrón de desarrollo tecnológico de los países avanzados, creaba más problemas que los que resolvía: desequilibrio progresivo de la cuenta corriente en la balanza de pagos, subutilización de los factores de producción internos, escasez de bienes accesibles a una gran parte de la población de bajos ingresos y crecimiento del desempleo y el subempleo.

En las primeras décadas de la industrialización basada en la sustitución más bien indiscriminada de importaciones no era fácil detectar sus desventajas, relacionadas directamente con el patrón de desarrollo tecnológico concomitante. Sus consecuencias negativas para la balanza de pagos se compensaban con las inversiones y préstamos del exterior. Los desequilibrios regionales del desarrollo dieron lugar a fuertes movimientos migratorios de las regiones más pobres a las más prósperas y a las grandes ciudades. La limitada absorción de la mano de obra por el sector industrial obligó a la expansión del subempleo en el sector de servicios urbanos de baja productividad. Sin embargo, para fines de la década de los sesentas, la dependencia financiera y tecnológica del país se volvió aguda, el fenómeno de desempleo y subempleo dio lugar a crecientes tensiones sociales y el crecimiento acelerado de las aglomeraciones urbanas creó una carta difícil de sostener para la inversión social del Estado.

Al mismo tiempo, al discriminarse las actividades agrícolas en favor de la industria y los servicios, el resultado fue una desaceleración progresiva del crecimiento de la producción agropecuaria, problema que se agudizó a partir de mediados de la década de los sesentas. Desde esa fecha, las tasas de crecimiento de la producción del sector fueron en promedio menores a las de la población. Por su parte, la inversión extranjera, después de dominar las ramas dinámicas de la industria manufacturera, empezó a penetrar en el comercio y en algunos de los servicios a comienzos de la década de los sesentas.

A estas consecuencias de la industrialización imitativa hay que añadir el costo económico directo de la extrema dependencia tecnológica y el efecto

negativo de la misma sobre la capacidad inventiva del país.

El costo económico directo del patrón de desarrollo tecnológico, basado en la importación masiva de conocimientos, se identifica usualmente con los pagos por concepto de uso de patentes y marcas y de asistencia técnica extranjera. Estos pagos han crecido con gran rapidez en los últimos años: en 1968 alcanzaron la cifra de 840 millones de pesos; en 1971 se elevaron a un poco más de 2 000 millones; y en 1973 fueron de 2 232 millones. Una elevada proporción de dichos pagos se realiza en la industria manufacturera. En 1971, año para el cual se dispone de más información, éstos representaron el 86.2% del total.

En 1971, el monto de los pagos tecnológicos al exterior (2 033 millones de pesos) era equivalente al 87.5% de la inversión extranjera directa (2 381.4 millones). Buena parte de dichos pagos los realizaban empresas extranjeras subsidiarias de transnacionales (80% del total), situación que debiera tomarse en cuenta al evaluar el costo del aporte de la inversión extranjera a la economía del país. Es significativo también que los pagos por asistencia técnica y regalías sean superiores casi en un 50% al total de los rendimientos del capital más los dividendos.

El grado de la dependencia tecnológica se refleja también en las estadísticas de solicitudes de patentes. Mientras desde 1965 más del 90% de las solicitudes de patentes en México han sido presentadas por extranjeros, sólo una pequeña parte de las patentes es objeto de explotación. Las empresas transnacionales buscan la obtención de patentes en los países subdesarrollados para proteger el mercado de competidores potenciales, pues una vez obtenidas éstas no muestran mayor interés en su utilización.

La participación de mexicanos en el total de solicitudes de patentes viene disminuyendo muy rápidamente: del 20% en 1955 bajó al 7% en 1970. Esta disminución relativa refleja la reducción en el número absoluto de patentes concedidas a mexicanos entre 1967 y 1970, de 752 patentes en el primer año a 477 en el segundo.

Así, la sustitución de importaciones, que se realizó en un marco de elevada protección, al aislar la empresa de la competencia internacional redujo las presiones para innovar; favoreció la preferencia empresarial por adquirir en el exterior tecnologías ya

probadas, independientemente de su costo, ya que éste podría transferirse al consumidor; y desalentó el desarrollo de tecnología propia. Además, antes de que se estableciera en 1971 el control de importación de tecnologías mediante el registro de los contratos tecnológicos, el empresario individual quedaba librado a su propia capacidad para negociar las condiciones de compra. Consecuentemente, a principios de la presente década México era más dependiente tecnológicamente del exterior que nunca, a pesar de los progresos logrados en el campo tecnológico en algunos sectores como el agrícola y el energético.

Al mismo tiempo que la investigación científica desarrollada en México adoptó a *grosso modo* las modalidades de la ciencia de los países desarrollados, sin disponer de los recursos financieros y humanos que necesita hoy la "gran ciencia", la investigación tecnológica y el desarrollo experimental se guiaron por el tipo y características de la tecnología de estos países.

Las consecuencias de la adopción de las líneas de investigación vigentes en los países industrializados son de importancia trascendental en el caso de México. Coincidiendo con el tipo de tecnología de dichos países, la investigación de los recursos naturales se ha concentrado en los no renovables, en tanto que muy poca atención se ha concedido al estudio de los recursos renovables, y en particular a los de las zonas tropicales. En el caso de la investigación agrícola, por

ejemplo, las líneas de investigación se dirigieron preponderantemente al desarrollo de tecnologías dependientes de insumos industriales, con elevados costos por hectárea; poco se había hecho hasta época reciente por mejorar las tecnologías tradicionales de la agricultura mexicana.

En la investigación científica, son varios los factores que contribuyen a orientar las actividades de los investigadores hacia las líneas de trabajo de los países avanzados y a identificar la ciencia con los temas de investigación de los grandes centros científicos mundiales. Dado que las preguntas de actualidad se derivan, dentro de la propia dinámica del desarrollo científico, de los avances que se lograban en los diversos campos, y como éstos ocurren en los países avanzados, el científico nacional se ve envuelto en la misma problemática que predomina en estos países. Esto ocurre sobre todo en la medida en que al científico nacional no se le plantean problemas básicos que deriven de esfuerzos de desarrollo tecnológico propio.

Otro factor que opera en el mismo sentido, y que está directamente ligado con las deficiencias de la educación superior en el país, es la salida al extranjero de jóvenes estudiantes para realizar cursos y desarrollarse intelectualmente al amparo de universidades y científicos del mundo desarrollado. Si bien esto contribuye a la formación de una disciplina de trabajo, también propicia la dependencia intelectual del exterior en la selección de los temas y en el uso de equipo para investigaciones especializadas.

2. Situación actual de la ciencia y la tecnología.

A. Características generales del sistema científico y tecnológico.

Hasta fines de la década de los sesentas el sistema científico y tecnológico funcionaba de manera desarticulada y con poca coordinación. Las instituciones integrantes actuaban aisladamente debido a: a) la falta de una política científica y tecnológica; b) la carencia de un órgano coordinador e impulsor de esa política; y c) la escasa vinculación de las instituciones de investigación con el sector de educación superior y el sector productivo.

Sólo en ciertos sectores había alguna coordinación de los esfuerzos nacionales en materia de investigación. Esto sucedía en las investigaciones agropecua-

rias, en energía nuclear y en petróleo, campos en los cuales el Estado centralizaba en una gran institución la mayor parte del esfuerzo. Al nivel institucional los esfuerzos de coordinación también rindieron resultados positivos. En muchas de las instituciones de enseñanza superior y especialmente en la UNAM, se crearon mecanismos específicamente diseñados con este propósito. Se buscó a través de ellos, además, lograr una mayor vinculación entre la investigación realizada en las instituciones de enseñanza superior y las necesidades científicas y tecnológicas de los sectores público y privado.

El hecho de que en muy pocas instituciones se programan las actividades a mediano y largo plazos

afecta negativamente la eficiencia en el uso de los recursos humanos y materiales. Además, en general, no existen mecanismos institucionales de evaluación del trabajo científico y la administración de las instituciones está a cargo de personal que carece de la especialización necesaria para realizar esas tareas.

El problema básico del funcionamiento del sistema científico y tecnológico no radica tanto en el desequilibrio entre las diversas fases de la investigación y el desarrollo, sino fundamentalmente en la desarticulación que éstas presentan entre sí y respecto a las actividades educativas y productivas del país. Existen escasos nexos entre la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo experimental, de tal forma que no se establece un *continuum* que permita la generación de conocimientos cada vez más cercanos a su aplicación. Multitud de esfuerzos terminan en conocimientos potencialmente aplicables.

A pesar de que el 35% de las instituciones de investigación depende directamente del sistema de enseñanza superior, no hay vinculación estrecha entre el sistema científico y tecnológico y el sistema educativo. La participación de la IDE en la enseñanza superior, con excepción de unas cuantas instituciones como la UNAM, el CIEA, el INAOE y otras, es mínima y, en consecuencia, la investigación no se ve como parte integral de la docencia. La investigación con fines de enseñanza sólo se realiza en algunas carreras en los últimos años del ciclo de enseñanza superior, en los que existe la posibilidad de participar en seminarios avanzados. No hay, en muchos casos, programas claramente definidos que tengan como finalidad lograr una contribución sistemática del esfuerzo de IDE a la enseñanza superior. Además, los programas de estudio en la enseñanza superior no dirigen al alumno hacia la actividad de investigación ni fomentan el espíritu crítico que la misma presupone.

Algunos de los problemas que enfrenta el sistema educativo inciden en el sistema científico y tecnológico: por ejemplo, el bajo nivel de enseñanza, la carencia de métodos educativos modernos, la concentración de la educación superior en el Distrito Federal, en unas cuantas instituciones y en ciertas disciplinas.

La comunicación y difusión de los resultados de las investigaciones, en particular de la básica, se reali-

za principalmente a través de publicaciones extranjeras o en ocasión de reuniones internacionales. Esto se debe a que los artículos van dirigidos, en gran medida, a científicos extranjeros, a que no existen suficientes revistas nacionales de calidad y de amplia circulación y, en parte, a la búsqueda de prestigio por los investigadores, reforzada por los mecanismos internacionales de financiamiento y por las propias instituciones del país, en las que la publicación en una revista extranjera constituye un factor de promoción importante.

La comunicación y colaboración entre instituciones y entre unidades son muy reducidas; solamente el 10% de los proyectos de investigación en curso en 1973-74 eran multiinstitucionales. Tampoco son frecuentes los convenios para compartir el uso del equipo científico.

Los servicios de información técnica juegan un papel clave, porque determinan el nivel de conocimiento de los empresarios acerca de sus necesidades tecnológicas y de las alternativas que ofrece el mercado de tecnología. En México estos servicios no se han desarrollado satisfactoriamente, los esfuerzos para fortalecerlos se han iniciado apenas en los últimos años y los primeros resultados positivos empiezan a notarse, aunque todavía queda mucho por hacer en este campo.

Los servicios técnicos juegan un importante papel, puesto que encadenan la generación de conocimientos con la aplicación de éstos a la producción; además son una fuente de demandas específicas de investigación básica y aplicada.

Los servicios técnicos de difusión y extensión están poco desarrollados. El extensionismo técnico para la industria apenas se está iniciando. En servicios de ingeniería, sólo unas cuantas empresas tienen la capacidad para resolver el conjunto de los problemas técnicos asociados a la formulación y ejecución de proyectos industriales.¹ Debido, entre otras causas, a las características del mercado interno, las empresas de ingeniería han tendido a la diversificación antes que a la especialización, lo cual repercute en los costos de los servicios y genera dispersión de esfuerzos.

Aunque se ha avanzado con respecto a la asimilación y adaptación de tecnología y a la participación

1 Véase también el Capítulo VI, sección 6, "Servicios de Ingeniería y Consultoría".

de empresas de ingeniería en los proyectos de plantas industriales, la tecnología sigue importándose en paquete en gran número de casos, hecho que impide expandir los servicios de las empresas nacionales de diseño y fabricación de equipo al campo de la ingeniería básica.

B. Crecimiento, estructura y dimensiones de la investigación y desarrollo experimental.

En los últimos años, el fomento de las actividades científicas y técnicas produjo un aumento considerable en el número de instituciones de investigación y de investigadores. El gasto nacional en investigación y desarrollo aumentó en un 80.6% entre 1969 y 1973 (pasando de 770.4 millones de pesos a 1 400 millones); el número de instituciones se incrementó en un 31.7% (364 en 1969 y 482 en 1973); y el personal equivalente aumentó en un 50.8% (3 659 en 1969 y 5.517 en 1974).²

Este notable crecimiento del sistema científico y tecnológico nacional es todavía insuficiente si se compara con el esfuerzo que realizan países de nivel de desarrollo semejante al de México, y sobre todo si se observa la situación en que se encuentran los países más avanzados. Mientras el gasto de investigación y desarrollo experimental en México representó en 1973 el 0.22% del producto interno bruto, Argentina gastó alrededor del 0.3% en 1971 y la India el 0.5% en 1970 del producto nacional bruto. Naturalmente, con los países desarrollados la diferencia es mucho mayor. Inglaterra en 1968, Estados Unidos en 1971 y la Unión Soviética en 1972 canalizaban hacia la IDE aproximadamente el 2.4%, el 2.6% y el 4.6% de sus productos bruto, nacional y material respectivamente.³ Sin embargo, en cuanto al gasto asociado al perso-

nal de IDE, la posición de México no es tan desventajosa. El gasto promedio del personal de IDE en el país era en 1974 de 17 203 dólares, superior al de Argentina: 7 018 en 1971; al de la India: 2 434 en 1970, y casi igual al de la Unión Soviética: 16 400 en 1972.⁴

La relación entre el personal de IDE y la población del país era relativamente baja en 1974: había 1.6 personas dedicadas a la IDE por cada 10 000 habitantes. Mientras que en Argentina esa relación era de 2.8 en 1971, en la India de 1.8 en 1972, en Estados Unidos de 25.9 en 1971 y en la Unión Soviética de 52.7 en 1972.

En 1973, las instituciones de investigación dependientes del Gobierno Federal, a través de secretarías de Estado, organismos descentralizados y empresas de participación estatal que constituían el 29% del total de instituciones, ejercieron alrededor del 60% del gasto del país en este rubro. Las instituciones de IDE dependientes de los centros de enseñanza superior públicos (35% de las instituciones), que obtienen la mayor parte de sus fondos del presupuesto gubernamental, participaron con el 22% del gasto. En conjunto, las instituciones dependientes financieramente del Gobierno Federal (64% del total) ejercieron el 82% del gasto (véase cuadros 2 y 8).⁵

Los recursos utilizados por el sector privado fueron comparativamente pequeños: el 7.2% del gasto global correspondió a las empresas (5.7% a las nacionales y 1.5% a las extranjeras) y el 2.4% a los centros de enseñanza superior privados. El resto se ejerció en organismos no lucrativos e instituciones de los gobier-

2 Estas cifras son el resultado de estimaciones y ajustes hechos a partir de los datos proporcionados para 1969 en el estudio del INIC *Política nacional y programas en ciencia y tecnología*, y de la información recogida por el inventario que realizó el CONACYT en 1973-74. Tanto el estudio del INIC como el inventario del CONACYT no comprenden el total de instituciones existentes en 1969 y 1973-74 respectivamente y, por lo tanto, tampoco captaron el total de personal de IDE y del gasto nacional. Las cifras que aquí se presentan ofrecen una idea más cercana a la realidad. (Para la definición de personal equivalente véase la nota 7 de la página 19).

3 El producto material bruto en la URSS sólo incluye la producción de bienes, dejando fuera los servicios. De incluirse éstos, el porcentaje bajaría sustancialmente.

4 Debido a que se desconoce el dato del gasto en IDE de 1974, el gasto promedio por persona para 1974 en México se estimó aplicando al gasto en IDE una tasa de crecimiento igual a la del gasto nacional en ciencia y tecnología entre 1973 y 1974, del 29.82%. La cifra así obtenida se dividió entre el personal equivalente a tiempo completo dedicado a actividades científicas y técnicas.

5 Los cuadros con números arábigos se refieren al Anexo 1.

nos de los estados y del sector externo (véase Cuadro 2)⁶.

La mitad de los investigadores equivalentes de IDE (el 51.6%) trabajaba en instituciones de investigación del Gobierno Federal y de organismos descentralizados. El otro sector de gran concentración estaba constituido por los centros de enseñanza superior públicos, que absorbían el 32.4%. Es decir, estos tres sectores empleaban el 84.1% del total de investigadores equivalentes (véase Cuadro 11).

En cuanto a la aplicación de los recursos de IDE, un 67.4% se destina al pago de sueldos y salarios, un 13.5% se utiliza para la compra de material y equipo científico y un 19% se gasta en alquiler, compra de edificios, terrenos e instalaciones, mantenimiento y otros (véase Cuadro 4).

Una característica significativa del desarrollo de la investigación científica y tecnológica es su concentración geográfica e institucional. En 1973 las instituciones de IDE ubicadas en el Distrito Federal y el Estado de México concentraban el 81.7% del gasto nacional y daban ocupación al 80.9% del personal equivalente. Además de la concentración cuantitativa existe un marcado desnivel cualitativo entre el Distrito Federal y la provincia.

Por muchos años la situación económica de las universidades y otras instituciones de enseñanza superior e investigación de provincia fue realmente precaria. En el presente sexenio, sin embargo, ha habido un notable incremento en el presupuesto de éstas, lo que les permitió expandirse y cumplir, al menos parcialmente, con las necesidades más urgentes. Sin embargo, esta expansión tuvo un carácter más bien cuantitativo —en respuesta a las crecientes demandas derivadas del crecimiento de la población estudiantil— y no cualitativo. Debido a esto, las instituciones de enseñanza superior en su gran mayoría no pudieron usar los recursos económicos otorgados para mejorar sus cuadros académicos, formar grupos de investigadores e iniciar actividades de investigación científica y tecnológica. Los aumentos del subsidio federal no estuvieron condicionados a programas específicos de desarrollo de las instituciones.

En el presente, las universidades de provincia continúan arrastrando problemas acumulados a lo largo del tiempo: carencia de docentes adecuadamente preparados, currícula académicos anticuados, laboratorios y talleres deficientes, métodos inadecuados de enseñanza, salarios muy bajos, etc.

Dentro de este panorama han comenzado a aparecer signos de un cambio alentador. Algunas de las universidades han promovido la integración de grupos de profesores investigadores en áreas específicas. Otras han iniciado programas para el desarrollo de sus actividades, incluyendo la formación de su personal académico y tareas de investigación.

Un problema que se presenta en muchas de las universidades de provincia y en varias instituciones radicadas en el Distrito Federal, es el de la creación y proliferación de maestrías sobre bases muy endeble, sin contar con el personal académico de nivel adecuado y los medios materiales indispensables.

El sistema formado por los 42 institutos tecnológicos regionales tuvo un gran impulso durante el presente sexenio. Las actividades de muchos de ellos se orientan hacia las necesidades de las zonas geográficas en las que están ubicados. En varios casos, una elevada proporción de sus profesores han cursado estudios de especialización o de grado superior a la licenciatura. Algunos institutos se encuentran dotados de magníficos laboratorios y talleres. Sin embargo, en general, éstos no son utilizados para actividades de investigación debido a que las condiciones de trabajo y los sueldos no son suficientemente atractivos para integrar equipos de investigadores de alto nivel.

La concentración institucional sigue siendo muy fuerte: el gasto en IDE de sólo cinco organismos (SAG, IMP, INEN, PEMEX y UNAM) representó en 1973 el 44.8% del gasto total. En cuatro de estos organismos se empleaba, en el mismo año, el 38.9% del personal de IDE equivalente (véase cuadros 12 y 15).

No obstante el crecimiento registrado en el número de investigadores, el tamaño de las institucio-

6 El sector de pertenencia es el área de la cual depende institucional y administrativamente una institución y, por tanto, no es necesariamente equivalente al de origen y fuente de los recursos. Las instituciones de enseñanza superior públicas, por ejemplo, además de recursos federales y de los gobiernos de los estados reciben recursos del exterior. En el llamado "sector externo" se localizan instituciones financiadas por organismos internacionales, las que también reciben recursos del gobierno mexicano.

nes desde el punto de vista de sus recursos humanos es, en general, pequeño. En 1974 el 68.4% de las instituciones contaba con 5 investigadores o menos cada una; en cambio, sólo el 3.5% de las instituciones tenían más de 20 investigadores. La escasez de personal se torna más grave aún debido a la dispersión de los investigadores en una gran variedad de temas de trabajo. En algunas de las disciplinas más importantes, como la física, las matemáticas y la biología, el tipo de proyectos que se realizaban eran de una diversidad extrema si se toma en cuenta el limitado número de investigadores en cada una de esas especialidades. El trabajo en equipos que constituyan verdaderas masas críticas es todavía una meta por alcanzar en un buen número de ramas de la ciencia y de la tecnología. En 1974 había, en promedio, menos de un investigador equivalente a tiempo completo (ETC) por proyecto (véase cuadros 9 y 10).⁷

La insuficiente preparación académica del personal que realiza IDE es un elemento más que contribuye al lento desarrollo de la ciencia y la tecnología nacionales. En 1974, el 56.1% del personal que realizaba investigación y desarrollo tenía un nivel de estudios equivalente a la licenciatura o inferior; sólo el 33.3% había realizado estudios de maestría o doctorado (19.5% de maestría y 13.7% de doctorado); y 10.6% tenía estudios de especialización (véase cuadros 18 y 19).

La inmensa mayoría del personal que realizaba actividades de IDE en 1974 recibió su formación en el país, tanto si se considera en números absolutos (79%), como en equivalencias a tiempo completo (80.5%). Del total de personas dedicadas a la IDE, el 19.7% había realizado estudios en el extranjero, y de ellos el 44.2% tenía doctorado.

En tanto que en las actividades de investigación básica el porcentaje de personal formado en el extranjero fue de un 25% en números absolutos y de un 25.4% en ETC, para las actividades de IADE fue de un 19.3% en números absolutos y de un 17.3% en ETC (véase Cuadro 23).

El personal formado en el extranjero alcanza su mayor proporción en ciencias sociales y humanidades (25.1% de ETC), mientras se observan porcentajes decrecientes en ciencias exactas y naturales (22.3%), tecnologías y ciencias médicas (20.2%), tecnologías y ciencias agropecuarias (18.2%), y tecnologías y ciencias de la ingeniería (10.6%) (véase Cuadro 24). Considerando disciplinas particulares, las mayores proporciones de investigadores formados en el extranjero corresponden a astronomía (73.4%), lingüística (56.4%), ingeniería nuclear (53.4%), demografía (48.4%), ciencias de la salud (42.4%) y sociología (41.7%). Los porcentajes menores corresponden a ingeniería eléctrica (3.1%), ingeniería petrolera (3.7%), contabilidad (3.9%), biblioteconomía y archivonomía (5.8%), ingeniería minera y química (7%) y piscicultura (7.7%) (véase Cuadro 24).

De acuerdo al tipo de actividad, el esfuerzo nacional de IDE se concentraba fundamentalmente en investigación aplicada y desarrollo experimental (IADE).⁸ En 1973, el 85.1% del gasto y el 76.4% del personal equivalente que trabajaba en IDE se dedicaba a investigación aplicada y desarrollo experimental en los sectores agropecuario, industrial, de medicina, etc. El resto de los recursos financieros y humanos se ocupaba en investigación básica. En promedio un individuo dedicado a la generación de investigación aplicada y desarrollo experimental disponía de casi el doble de recursos financieros que uno dedicado a la investigación básica (véase cuadros 1 y 5).

La investigación básica se realizaba fundamentalmente en los centros de enseñanza superior públicos (61.8% del personal equivalente) y en mucho menor medida en secretarías de Estado y organismos descentralizados (27.8%). En cambio, la IADE encauzada hacia los sectores agropecuario, pesca, industria extractiva y energía, bienestar social y recursos renovables se realizaba de manera preferente en el Gobierno Federal y los organismos descentralizados. Sólo la IADE orientada al sector industrial se realizaba fundamentalmente en el sector privado (véase Cuadro 6).

7 La equivalencia a tiempo completo (ETC) corresponde a un promedio de horas semanales dedicadas a la investigación. Para estimar el número de investigadores equivalentes se dividió el total de horas trabajadas a la semana por 45.07 (promedio de horas trabajadas a la semana durante 1974 por el personal de tiempo completo, definido éste como el que trabajó 35 ó más horas). En lo sucesivo se emplea el término equivalentes en el sentido de equivalentes a tiempo completo, tanto para investigadores como para personal científico y técnico.

8 Se utiliza IDE para designar el conjunto de investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental; y IADE para el conjunto de investigación aplicada y desarrollo experimental.

Las ciencias sociales recibieron en 1973 una mayor cantidad de recursos financieros para la investigación básica (6.7% del gasto nacional en IDE) que la canalizada hacia las ciencias exactas (4.8%) y hacia las ciencias naturales (2.7%) en el mismo período; aunque en conjunto, estas últimas tuvieron un volumen mayor de recursos (véase Cuadro 3).

En 1973, la investigación y el desarrollo experimental orientados a sectores específicos de utilización se concentraban en aquéllos en donde la participación económica del Estado ha sido particularmente importante o en áreas donde la tecnología ha de adaptarse a las condiciones naturales: petróleo y energía (18.2% del gasto nacional), agricultura (15.4%), medicina y salud (9.6%) e industria de bienes intermedios (6.8%). Estos cuatro subsectores representaban el 50.1% del gasto nacional en IDE. La posición relativa de ellos varía si se ordenan con base en el personal equivalente dedicado a IDE: medicina y salud (12.4%), agricultura (11.3%), industria de bienes intermedios (9.7%) y petróleo y energía (8.8%). Los cuatro subsectores representaron el 42.2% del personal equivalente de IDE (véase cuadros 3 y 7).⁹

Empero, esta concentración no significa que la IADE encauzada hacia esos sectores sea suficiente y del tipo adecuado para satisfacer las necesidades de conocimientos científicos y tecnológicos que en ellos se presentan. En petróleo y energía, por ejemplo, un poco más del 60% de los recursos se dedica a la solución de los problemas de la producción de petróleo y derivados, y un 31.5% a la investigación en energía nuclear. Las otras fuentes de energía reciben escasa atención y, por esto mismo, han sido poco exploradas. En la industria de bienes intermedios, el esfuerzo se ha concentrado en la petroquímica, con muy poca preocupación por el resto de la industria. En la agricultura, la investigación se dirige principalmente a satisfacer las necesidades de la explotación agrícola comercial, con escasa atención a las áreas de mal temporal y tropicales, cuya tecnología está poco desarrollada a nivel mundial. En medicina y salud, buena parte de la investigación se concentra en un número muy limitado de áreas, fundamentalmente en aquellas relacionadas con la medicina de tipo curativo, con manifiesta despreocupación por la medicina preventiva.

La investigación en otras áreas de gran importancia para el país sigue siendo reducida. En 1973, la investigación sobre los problemas técnicos de la industria de bienes de consumo y de capital recibía un apoyo financiero sumamente pequeño (3.9% del gasto en IADE orientada a sectores específicos en la industria de bienes de consumo no duraderos, y 0.8% en la de bienes de consumo duraderos y de capital). En similar situación se encontraba la investigación sobre la ganadería, la silvicultura, la minería, los transportes y comunicaciones, y otras áreas. Este panorama refleja la profunda dependencia tecnológica de la mayor parte del sistema económico nacional (véase Cuadro 1).

La estructura actual de la IADE propicia la separación de las investigaciones científicas y tecnológicas de las actividades económicas de crecimiento dinámico y de complejidad técnica. Debe notarse, sin embargo, que en el área de petróleo y petroquímica, el Estado está realizando un notable esfuerzo, que se refleja en las cantidades importantes de gasto y personal asignados a la investigación. El esfuerzo en estas áreas muestra un posible camino para romper la dependencia tecnológica.

C. Demanda de tecnología y vinculación con el sistema económico.

A pesar de que el 76.4% del personal equivalente y el 85.1% del gasto en IDE se destinaban a la investigación aplicada y al desarrollo experimental, en términos generales se puede afirmar que no hay vínculos adecuados entre las instituciones de investigación y el aparato productivo. La mayoría de las instituciones de investigación no poseen una política activa de vinculación con unidades productivas: no hay programas de visitas a empresas ni se consulta periódicamente a las unidades productivas. Generalmente, el plan de trabajo de la institución se ejecuta tomando en cuenta las sugerencias e intereses de los propios investigadores y casi nunca con base en las demandas de instituciones externas.

Los pocos centros de IDE relacionados estrechamente con el sector productivo son algunos del sector público que se encuentran directamente vinculados a la producción en una rama que controla el

9 Esta clasificación de la IADE se basa en criterios de utilización potencial; no significa, por tanto, que los conocimientos generados se hayan o se vayan a aplicar necesariamente. Véase para la definición de estas categorías el Anexo 1.

Estado, o casos excepcionales como el Instituto de Ingeniería de la UNAM, que atiende las demandas tecnológicas de la industria de la construcción, particularmente de la asociada a las obras de infraestructura. La relación más frecuente entre los centros de IDE y las actividades productivas se da solamente a nivel de servicios técnicos, e incluso esta relación es poco frecuente.

Entre los factores que influyen en la escasa vinculación de los centros de IDE con el sistema productivo está el hecho de que normalmente los centros de investigación financian sus actividades a través de una partida del presupuesto de egresos del Gobierno Federal o mediante fondos asignados por las instituciones académicas a las cuales pertenecen; es decir, no dependen de los recursos que puedan obtenerse de los usuarios de los conocimientos. Esto explica, parcialmente, por qué las visitas a empresas, ofertas de servicios y obtención de contratos de IDE no ocupan un lugar importante en los planes de la mayor parte de las instituciones de investigación. En los casos en los que la unidad de IDE depende de una institución de educación superior, la investigación en general está motivada por la escala de valores y prestigio del medio académico. En consecuencia, el esfuerzo de investigación y desarrollo experimental se ha dirigido hacia actividades que tienen mínima relación con el aparato productivo.

El hecho paradójico de que, aunque la mayor parte del esfuerzo de investigación se dedica a investigación aplicada y desarrollo experimental (IADE), falta vinculación entre la investigación y los usuarios, especialmente en el sector industrial, se explica porque la mayoría de la IADE está orientada a una aplicación eventual, pero se encuentra muy lejos de ella. Sólo una parte consiste en desarrollo experimental. Además, la investigación aplicada se realiza en áreas que interesan a los investigadores, pero sin que necesariamente exista un usuario actual o potencial para los resultados que se espera obtener.

Sin embargo, la causa más importante de la desvinculación entre el sistema de ciencia y tecnología y el sistema productivo es el carácter dependiente de este último en materia tecnológica. Esta dependencia se refleja en la escasa demanda de tecnología y de conocimientos técnicos procedentes de las institucio-

nes nacionales, ya que la tecnología que se requiere para producir se obtiene lista, empaquetada y probada del exterior.

Las empresas transnacionales (ET) dominan las ramas tecnológicamente más dinámicas y son, por tanto, los mayores demandantes de tecnología. Como las subsidiarias o filiales locales de estas empresas utilizan la tecnología disponible en las casas matrices, la demanda dirigida al sistema de ciencia y tecnología nacional se limita principalmente a los estudios de preinversión y de mercado. Esta demanda explica la aparición relativamente temprana de las firmas de ingeniería y consultoría y de servicios técnicos de diversa índole en México.¹⁰ Explica también la debilidad relativa de la investigación y desarrollo experimental de nuevos procesos y productos.

Las empresas transnacionales concentran la investigación y desarrollo experimental en la casa matriz y en las filiales mayores, ubicadas en los países industriales, no solamente porque allí disponen de masas críticas de investigadores sino también porque la cercanía de la investigación a los centros de decisión de una empresa transnacional permite vincular los resultados con la planeación global de dicha empresa. Por las mismas razones las empresas transnacionales no suelen realizar investigación en los países subdesarrollados. Les resulta más conveniente operar en estos países con la tecnología diseñada para los mercados de los países avanzados, cuyo costo de utilización en mercados adicionales es prácticamente nulo.

Aunque no existe información detallada acerca del comportamiento tecnológico de las empresas nacionales, los escasos datos disponibles parecen indicar que las asociadas a capital extranjero son más conscientes de la importancia de la tecnología que las de capital exclusivamente nacional. Sin embargo, como el socio extranjero es el propietario de la tecnología o tiene acceso a ella, la demanda tecnológica de las empresas mixtas también se orienta hacia el exterior.

Unas cuantas empresas nacionales de gran tamaño, y en particular algunas estatales, son las que, cuando no disponen de sus propios laboratorios, recurren con mayor frecuencia relativa a los centros de IDE del país para la realización de trabajos de investi-

10 Véase también el Capítulo VI, sección 6, "Servicios de Ingeniería y Consultoría".

gación. La capacidad económica y financiera de estas empresas les permite realizar gastos de este tipo. Las pequeñas y medianas empresas generalmente no han mostrado interés en la investigación. Con todo, como puede verse en las cifras de la IDE que desarrolla el sector industrial, el esfuerzo tecnológico interno es bastante pequeño y, casi siempre, más bien complementario que sustitutivo de la importación de tecnología.

Cuando una empresa nacional decide introducir una innovación en sus instalaciones, en el proceso de fabricación o en sus líneas de producción, tiene la opción de efectuar el desarrollo tecnológico localmente (en sus propios laboratorios o a contrato con alguna institución de IDE) o importar la tecnología de alguna empresa extranjera. En vista de que la posibilidad de comprar tecnología lista y probada a una empresa o a una institución nacional existe sólo en muy contados casos, la empresa nacional está en desventaja frente a la filial de la empresa extranjera. Esta última puede conseguir fácilmente la tecnología de la casa matriz o de otra filial debido a que la empresa en su conjunto tiene un cúmulo de conocimientos tecnológicos ya probados e incorporados al proceso productivo, o puede adquirirlos de firmas independientes en el mercado mundial. La información sobre la cual se apoya la decisión de la filial es significativamente superior en cantidad y calidad a la que dispone el empresario nacional, lo que significa que el riesgo asociado a la decisión de la primera es sustancialmente menor y la selección más adecuada a los objetivos globales de la empresa.

Para el empresario nacional, el costo de adquisición de la tecnología está determinado por su poder de negociación frente al proveedor, que sigue siendo débil, aun cuando ha mejorado con la aplicación de la Ley sobre el Registro de la Transferencia de Tecnología¹¹. El costo de la tecnología adquirida por la filial a la casa matriz tiene un carácter meramente contable, determinado por el interés general de la empresa de optimizar sus ganancias globales.

Por razones en cierta medida distintas, tanto la filial de una transnacional como la empresa nacional buscan la solución de sus problemas tecnológicos preferentemente en el exterior. La explicación básica es que para una empresa que opera en un mercado cau-

tivo, protegida de la competencia internacional, resulta innecesario desarrollar la tecnología localmente. Si, además, los precios de mercado —como ocurre en México— no reflejan la escasez relativa del capital y de la mano de obra, el empresario no tendrá incentivo alguno para adaptar tecnologías importadas o desarrollar tecnologías que reflejen la dotación de factores. En los pocos ejemplos de desarrollos tecnológicos industriales locales se hace notar la presencia de elementos que harían del desarrollo local una necesidad.

En cuanto a la demanda de tecnología de las empresas estatales y del Gobierno Federal, éstas han tratado, en mayor medida que otros grupos de empresas, de satisfacerla internamente, mediante el desarrollo de una capacidad tecnológica local. En consecuencia, se han creado centros de IDE de verdadera importancia, entre los cuales destacan: los institutos de investigación agropecuaria, el Instituto Mexicano del Petróleo, diversas unidades de la Secretaría de Recursos Hidráulicos y el Instituto Nacional de Energía Nuclear, y más recientemente otras instituciones de investigación. Las dependencias del Estado también recurren con frecuencia a centros de investigación, tales como el Instituto de Ingeniería, los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial y el Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas.

Sin embargo, debido a la complejidad de los proyectos emprendidos por las empresas del sector público, se ha tenido que importar una gran proporción de la tecnología que esos proyectos exigen. Esto ha ocurrido en mucho menor escala en el caso de proyectos de construcción, área en la que se ha desarrollado una gran capacidad tecnológica nacional por: a) las características del producto en el sector que obliga a realizar diseños más individualizados; b) las peculiaridades del subsuelo de la ciudad de México; c) la imposibilidad de importar la tecnología incorporada; y d) la política explícita del Gobierno Federal de conservar ciertas industrias en manos de nacionales. El Comité de Importaciones del Sector Público es un mecanismo auxiliar para la racionalización de las compras en el exterior; sin embargo, no ha manejado criterios de desarrollo tecnológico. Las inversiones realizadas por razones eminentemente políticas hacen abundar ejemplos de adquisiciones innecesarias de equipo y tecnologías en el exterior por parte del sector público.

11 Véase, para una discusión detallada de los efectos de ésta, el Capítulo X.

Dentro de las empresas estatales es posible distinguir aquellas que compiten en el mercado con empresas privadas (por ejemplo en el sector manufacturero), y las que ocupan una situación de monopolio en la prestación de servicios públicos. El comportamiento tecnológico del primer grupo está influido por factores similares a los que operan en el sector privado nacional y extranjero, es decir, se prefiere la tecnología foránea. Además, el comportamiento tecnológico de una empresa estatal está afectado por consideraciones de orden político. La administración de las empresas estatales, sobre todo de aquellas que proveen de insumos básicos a la economía, tiene como meta fundamental expandir la producción a un ritmo acelerado para evitar estrangulamientos en la economía o problemas de balanza de pagos. Ante tal meta, el desarrollo de una capacidad tecnológica nacional suele pasar a segundo término. Además, el ciclo sexenal de la administración de las empresas estatales restringe el interés en promover actividades que, como la IDE y el desarrollo tecnológico, suelen tener un período de gestación relativamente largo, puesto que serían otras administraciones las que cosecharían los beneficios de tales actividades. La compra de tecnología, en cambio, rinde frutos en un período mucho menor.

Por lo que toca a las empresas que proporcionan servicios públicos, la restricción fundamental es de carácter financiero. La magnitud de las inversiones y el largo plazo de recuperación de los capitales restringen su libertad para seleccionar alternativas tecnológicas. La gama de opciones suele reducirse a aquellas para las cuales es posible obtener financiamiento, lo que no siempre coincide con las alternativas técnicamente más favorables. Además, el carácter sexenal de la administración afecta la conducta de estas empresas de manera similar a las empresas productoras de bienes.

El caso de la agricultura comercial contrasta con la mayoría de los otros sectores (con excepción del de la construcción) por la estrecha vinculación que se establece entre la producción y la investigación. La tecnología biológica utilizada en la agricultura comercial es, en su mayor parte, desarrollada localmente. Variedades de semillas y prácticas de cultivo y fertilización han sido desarrolladas por los institutos de investigación del Gobierno Federal y las instituciones internacionales —aunque éstas juegan un papel de importancia relativa decreciente— en respuesta a las necesidades de los productores. En gene-

ral, debe notarse que para los productores la tecnología es prácticamente gratuita. A diferencia del vendedor de tecnología agropecuaria del exterior, que licencia el uso de la tecnología, el Gobierno Federal la difunde gratuitamente.

En cambio, en materia de tecnología química y mecánica para la agricultura se ha dependido, en la primera casi totalmente y en la segunda totalmente, del exterior. Más que un problema de preferencia de los demandantes se trata, en este caso, de una ausencia total de capacidad tecnológica local.

Las condiciones que explican los vínculos entre investigación y producción en el caso del sector agropecuario moderno son: a) el sector tuvo que sustituir importaciones y exportar en condiciones competitivas, lo que significa una enorme presión para innovar con el propósito de disminuir los costos de producción; b) la tecnología biológica —mucho más que la química y la mecánica— no puede transferirse entre regiones distintas sin pasar, por lo menos, por un proceso de adaptación importante; c) el costo de la IDE en el sector agropecuario —sobre todo en materia biológica— es mucho menor que, por ejemplo, en el industrial.

Las empresas industriales pequeñas, y sobre todo las unidades agrícolas de subsistencia, se encuentran en general en la imposibilidad de expresar en requerimientos explícitos sus evidentes necesidades tecnológicas. Las unidades agrícolas de subsistencia enfrentan en su desarrollo obstáculos de un doble carácter: por un lado, su insuficiente capacidad económica, financiera y administrativa les impide determinar y expresar sus necesidades en forma de demandas concretas de tecnología; por otro, no existe una tecnología moderna adecuada a sus necesidades.

En resumen, la demanda de tecnología producida en el país está limitada por tres factores:

1. El empresario mexicano no tiene conciencia clara de la importancia de la IDE y no está, por tanto, dispuesto a correr el riesgo de invertir en desarrollo de tecnología, prefiriendo comprar la que está probada en el exterior; en este sentido son excepciones notables la industria de la construcción y la demanda de tecnología biológica por parte de la agricultura comercial.

2. La capacidad técnica de las empresas locales para identificar y explicitar requerimientos tecnológicos es sumamente débil.
3. Diversos mecanismos de política económica

contribuyen a orientar la demanda de tecnología hacia fuentes externas.

Consecuentemente, a la débil demanda tecnológica interna corresponde una limitada producción interna de conocimientos tecnológicos.

3. Evolución y características de la política científica y tecnológica nacional.

A. Antecedentes.

La importancia secundaria que se le concedió, hasta hace unos años, al desarrollo científico y tecnológico nacional dentro de la estrategia de desarrollo del país se ha reflejado en: a) la ausencia, hasta ahora, de una política explícita de ciencia y tecnología; b) la canalización de exiguos recursos hacia la investigación; c) la ausencia de una explicitación del gasto global en materia de ciencia y tecnología en los presupuestos federales y estatales, tanto globales como a nivel institucional; d) la escasa participación del sistema productivo en las actividades científicas y tecnológicas; e) el reducido fomento del desarrollo de tecnologías nacionales; y f) la falta de medidas orientadas a adaptar las tecnologías de origen externo y a incrementar la demanda de conocimientos científicos y tecnológicos producidos en el país.

El antecedente más remoto de los esfuerzos realizados por el Gobierno Federal para intervenir sistemáticamente en el fomento de la ciencia data de 1867, con la Ley Orgánica de la Instrucción Pública, que decreta la creación de la Academia Nacional de Ciencias y Literatura, con facultades para fomentar el cultivo y adelanto de las ciencias y servir de cuerpo facultativo de consulta para el gobierno. Su existencia fue efímera, pues sólo funcionó de 1871 a 1875.

Uno de los primeros documentos de política científica y tecnológica —que comprendía tanto elementos de diagnóstico como propuestas de solución— fue un interesante trabajo presentado por Enrique Beltrán en 1927, en la Sociedad Científica "Antonio Alzate". El trabajo intitulado "La investigación científica en México, su raquitismo actual y manera de promoverla" invitaba a las asociaciones científicas del país y a los centros oficiales donde se realizaba investigación científica o tecnológica, a crear un comité permanente para la promoción de las actividades cien-

tíficas. De hecho ésta fue quizás una de las primeras proposiciones para crear un organismo coordinador nacional de la investigación científica en el siglo XX. Sus planteamientos (diez en total) giraban alrededor de cuatro ejes fundamentales: a) desarrollar la capacitación de recursos humanos como tarea prioritaria; b) cuidar de que las vacantes de puestos científicos fueran cubiertas por los especialistas; c) incrementar los recursos para la investigación, bien fuera para retribuir mejor al científico o para dotarlo de una mejor infraestructura; d) la creación de la Academia Mexicana de Ciencias, así como la fundación, o establecimiento de nuevos centros científicos y ampliación de los ya existentes.

En este estudio se sostenía que en México no había investigación porque al Estado no le interesaba o no podía en ese momento desarrollarla, y porque las grandes empresas particulares prácticamente no tenían la menor motivación para promover el desarrollo científico. Se destacaba el excesivo centralismo del desarrollo educativo y científico en la capital y la carencia de masas críticas en cada una de las áreas de la ciencia, en especial en las entidades de provincia, y se sugerían algunas medidas para la descentralización. Se comparaba esta situación con otros países y se hacía un balance bastante crítico de la situación.

Estas proposiciones no fueron tomadas en cuenta de inmediato y no fue sino hasta 1935 en que, con la creación del Consejo Nacional de la Educación Superior y la Investigación Científica (CONESIC), el gobierno de Lázaro Cárdenas desarrolló algún esfuerzo en esa dirección.

En su breve existencia (1935-1938) este Consejo elaboró algunos proyectos y programas y trató de impulsar la fundación de establecimientos educativos. Realizó un estudio cuidadoso de todas las instituciones de educación superior que existían en la Repú-

blica y en él demostró la selectividad económico-social del sistema, que perjudicaba a los estudiantes de familias pobres.

El Consejo proponía soluciones a este problema a través del proyecto de una institución de educación superior para trabajadores, destinada a sostener estudiantes de muy escasos recursos económicos ("... hijos de obreros, de campesinos, de soldados y maestros rurales"). A raíz de esta proposición se crearon, en un plan piloto, seis escuelas secundarias en provincia y una preparatoria en Coyoacán; sin embargo no prosperaron debido, entre otras razones, a que el gobierno siguiente no concedió importancia a este proyecto.

Se ha criticado que el Consejo Nacional de la Educación Superior y la Investigación Científica estaba muy irregular y desigualmente integrado; que carecía de una delimitación precisa de funciones y ámbito de actividad, lo que se tradujo en dedicación de tiempo y esfuerzo a materias que no le incumbían; y que le faltó el apoyo del Estado, tanto en sus funciones como en la realización de sus sugerencias.

El CONESIC tuvo una limitada influencia. Quizá su labor más importante fue la asesoría que proporcionó en relación con algunos de los aspectos de la organización del Instituto Politécnico Nacional. En materia de investigación científica su aporte fue prácticamente nulo.

En 1942 se expidió la ley para la creación de la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica (CICIC), cuyo objeto era el "impulso y coordinación de las investigaciones realizadas en la República Mexicana relacionadas con las ciencias matemáticas, físicas, químicas y biológicas, así como de las ciencias aplicadas derivadas de ellas". Funcionó durante 7 años, de 1943 a 1950, pero tuvo presupuestos relativamente exigüos. Realizó alguna labor en materia de coordinación y concedió unas cuantas becas de monto y duración reducidos (hubo un año en que sólo otorgó 8 becas de 3 ó 4 meses cada una). La mayor parte de sus recursos la dedicó al pago de su personal administrativo.

La necesidad de contar con un organismo que pudiera coordinar la ciencia en México llevó al gobierno en 1950 a sustituir la CICIC por el Instituto Nacional de la Investigación Científica. Este Instituto tenía el mismo objetivo que la Comisión que le precedió pero fue dotado de atribuciones más amplias rela-

cionadas con las "ciencias matemáticas, físicas, químicas, biológicas y geológicas, así como las ciencias aplicadas derivadas de ellas".

El Instituto Nacional de la Investigación Científica tuvo de hecho dos etapas: una que va hasta el año de 1960, en que los problemas que atendió, con un presupuesto reducido (un millón y cuarto de pesos en 1961), fueron prácticamente similares a los del CONESIC y de la CICIC, limitando su acción al otorgamiento de un número de becas ligeramente superior; y la segunda a partir de 1961, año en que se le reorganizó asignándole nuevas funciones y mayores recursos.

La reforma del INIC de 1961 extendió su mandato a nuevos campos: fomentar los vínculos de las instituciones de investigación con las empresas y organizaciones productivas, apoyar a los investigadores distinguidos, conceder becas, participar en las comisiones dictaminadoras de los premios nacionales de ciencias y promover el establecimiento de nuevos premios. Por otro lado, la reforma eliminó la facultad del INIC de establecer y sostener laboratorios de investigación, por sí mismo o con la colaboración de las empresas industriales y agrícolas del país, facultad que había tenido pocos efectos prácticos durante la existencia de la CICIC y en el primer período del INIC.

Sin embargo, aun en esta segunda etapa, el esfuerzo del INIC se concentró en la tarea de promover directa o indirectamente la formación de científicos y técnicos. De 1962 a 1970, destinó alrededor del 80% de sus escasos recursos a la formación de investigadores, a través de sus programas de becas. Su presupuesto en 1970, último año de su funcionamiento, fue de siete millones de pesos.

Para ubicar adecuadamente la organización del sistema científico y tecnológico que prevalecía en el país y el que prevalece actualmente es menester establecer una tipología de la organización de los sistemas científicos y tecnológicos, de acuerdo con la cual pueden distinguirse básicamente cuatro modelos:

1. El centralizado.
2. El modelo pluralístico puro.
3. El modelo pluralístico de coordinación.
4. El modelo pluralístico de acciones concertadas.

En el cuadro adjunto se ha esquematizado la tipología anterior de acuerdo con cinco características: a) organización institucional; b) mecanismos para la identificación de los objetivos, lineamientos y programas de ciencia y tecnología; c) mecanismos para la toma de decisiones sobre los objetivos, lineamientos y programas de ciencia y tecnología; d) mecanismos de asignación de recursos y e) tipos de planificación empleados.

Las instituciones nacionales sucesivamente encargadas, entre 1935 y 1970, de coordinar y orientar las actividades científicas, sólo lograron emprender acciones muy limitadas. A lo largo de estos 35 años, las actividades científicas y tecnológicas funcionaron de acuerdo a un modelo pluralístico puro: a) la mayor parte de las instituciones definían sus objetivos y áreas de trabajo de manera independiente y sin coordinación; b) no existían mecanismos de identificación y de decisión sobre los objetivos, lineamientos y programas de ciencia y tecnología; c) el escaso apoyo del Estado no respondía a una planificación global del sistema, sino a los requerimientos del momento; d) las instituciones encargadas de la coordinación ejercían sus funciones sin lograr efectos significativos y sin conexión con los mecanismos estatales de financiamiento; e) el organismo presupuestario era la única instancia de aprobación del gasto y los organismos coordinados no lo asesoraban en la materia; f) no se distinguía en el presupuesto de las entidades el gasto correspondiente a ciencia y tecnología y éste se determinaba en competencia con otros gastos corrientes y de capital. Por supuesto, la competencia tendía a actuar en perjuicio de las actividades científicas y tecnológicas, cuyos efectos se manifiestan a mediano y largo plazos y que, por tanto, no se les suele concebir como urgentes o inaplazables.

Desde la creación del Consejo Nacional de la Educación Superior y de la Investigación Científica se advertía la necesidad de formular un programa nacional en esta materia, pero no fue sino hasta 1969 cuando se dio el primer paso concreto para realizarlo.

En ese año, la Secretaría de la Presidencia encomendó al INIC la realización de los estudios y trabajos necesarios para elaborar un "Programa Nacional de la Investigación Científica y Tecnológica". El diagnóstico realizado por el INIC mostró la magnitud del atraso científico y de la dependencia tecnológica del

país. La aplicación de los lineamientos de política derivados de ese diagnóstico se confió al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología,¹² cuya creación fue recomendada en el estudio del INIC y tuvo lugar en diciembre de 1970.

B. La asignación de recursos para la ciencia y la tecnología.

La asignación de recursos del Gobierno Federal a la ciencia y a la tecnología se hacía hasta hace poco sin que se integrara explícitamente un presupuesto en la materia, o se contabilizara como un sector del presupuesto global, de tal manera que ni siquiera se conocía el monto destinado a este fin. En los últimos dos años se ha explicitado, por primera vez, el presupuesto nacional de ciencia y tecnología como un paso inicial para la ejecución de la política planificada al respecto.

El financiamiento de las actividades científicas y tecnológicas proviene de diversas fuentes: Gobierno Federal, CONACYT, gobiernos estatales, fundaciones nacionales y extranjeras y organismos internacionales. Los mecanismos de financiamiento se caracterizan por una multiplicidad y una complejidad innecesarias. Casi todos estos mecanismos carecen de criterios explícitos para la toma de decisiones, por lo cual éstas se toman con base en consideraciones de política a muy corto plazo, lo que generalmente redundaba en un desarrollo de las actividades científicas y tecnológicas más lento y contradictorio.

El gasto en IDE es financiado fundamentalmente con recursos del erario público a través del presupuesto federal. Para la asignación de recursos las entidades del sector público negocian bilateralmente su presupuesto con las secretarías de Hacienda y Crédito Público y de la Presidencia. En la elaboración del presupuesto federal, las actividades científicas y tecnológicas compiten con el resto de necesidades de un determinado organismo y suelen hacerlo en condiciones de desventaja, particularmente en situaciones de restricción presupuestaria severa, en que las partidas para la ciencia y la tecnología son las primeras que se reducen, puesto que los resultados de estas actividades no son inmediatos y suelen tener efectos que no necesariamente coinciden con la competencia de la rama administrativa.

12. Véase Política nacional en ciencia y tecnología, INIC, México, 1971.

Figura 1.

TIPOLOGIA DE LOS SISTEMAS DE C Y T

MODELOS DE ORGANIZACION DE LOS SISTEMAS DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

Características definitorias de la organización de los sistemas de ciencia y tecnología.	Pluralístico puro	Pluralístico de coordinación.	Pluralístico de acciones concertadas.	Centralizado.
1. Organización institucional	Las instituciones de CyT dependen de secretarías, organismos descentralizados, empresas de participación estatal, universidades gubernamentales (autónomas o privadas), centros de enseñanza superior, gobiernos estatales y empresas o instituciones privadas, sin estar nunca agrupadas en torno de una dependencia central.	Igual al anterior.	Igual al anterior.	Variantes: 1. Todas las instituciones de CyT dependen de una sola institución gubernamental. 2. Algunas instituciones científicas dependen de un ministerio de ciencia o su equivalente y otras son independientes; algunas instituciones tecnológicas dependen de un ministerio de tecnología o su equivalente y otras son independientes. 3. Las instituciones dependen de varios ministerios o sus equivalentes.
2. Mecanismos para la identificación de los objetivos, lineamientos y programas de CyT.	No existen.	Un órgano especializado del Sistema de Ciencia y Tecnología brinda asesoría a las instituciones de CyT para la elaboración de sus programas a fin de introducir alguna coordinación en los mismos.	Existen mecanismos para la coordinación y concertación de acciones que en su conjunto constituyen una política explícita de CyT contenida en un plan que define objetivos y programas indicativos.	Existe un plan que constituye una política explícita, con definición de objetivos y programas de carácter obligatorio, el cual es formulado por el órgano central del Sistema de Ciencia y Tecnología.
3. Mecanismos para la toma de decisiones sobre los objetivos, lineamientos y programas de CyT.	No existen	Pueden existir a nivel institucional y sectorial, pero no existen a nivel del sistema en su conjunto.	Existen órganos específicos del Sistema de Ciencia y Tecnología encargados de someter la decisión sobre las opciones de la política científica a la máxima autoridad del Estado, así como de transmitir las decisiones al órgano presupuestario. Dichos órganos pueden o no estar centralizados en un organismo central del Sistema.	Existe un organismo central del Sistema de Ciencia y Tecnología que somete las opciones a la más alta autoridad del Estado y puede transmitir las decisiones a las instituciones de CyT y al órgano presupuestario.
4. Mecanismos de asignación de recursos.				
a) Elaboración de los presupuestos.	El presupuesto de CyT se integra por la "suma" de los presupuestos de las diversas instituciones.	El presupuesto de CyT es la "suma" de los presupuestos de las instituciones; el órgano central del sistema asesora a las instituciones.	La formulación del presupuesto está ligada a los mecanismos que elaboran la política, plan, programas y proyectos en C y T.	El presupuesto de CyT es elaborado por el órgano central del Sistema.
b) Aprobación formal de los presupuestos.	El órgano presupuestario del Estado es la única instancia de aprobación del gasto.	Igual al anterior. Las recomendaciones del órgano asesor no necesariamente son atendidas por el órgano presupuestario.	El presupuesto de C y T es aprobado previamente por un órgano específico del Sistema de Ciencia y Tecnología y sólo después es sancionado financieramente por el órgano presupuestario del Estado, procurando que no haya negociación directa de las instituciones ante dicho órgano.	El presupuesto de CyT compete con los de otras secretarías de Estado y es aprobado por el órgano presupuestario.
5. Tipos de planificación empleados en el Sistema de Ciencia y Tecnología.	Puede haber mecanismos de planificación a nivel institucional, de participación amplia o selectiva y con horizonte temporal de corto o mediano plazo.	Puede haber mecanismos de planificación institucional y sectorial, con participación amplia o selectiva y con horizonte temporal de corto y mediano plazo. El carácter de la planificación es indicativo.	Existen mecanismos de planificación nacional y sectorial de horizonte temporal de largo, mediano y corto plazo. En cuanto a su modo de ejecución, la planificación puede ser indicativa pura o indicativa incentivada.	Existen mecanismos de planificación nacional, sectorial e institucional, de participación selectiva o central con horizonte temporal de largo, mediano y corto plazo, generalmente de carácter interactivo y obligatorio.

Ante la carencia de criterios derivados de una política científica y tecnológica, el presupuesto se determina sobre la base de: a) aprobar cuando menos la misma cantidad del año anterior; b) cuidar que el monto que apruebe no sea significativamente (10 a 25%) mayor que el último aprobado; c) no aprobar aumentos de presupuesto a las instituciones que tengan escasa capacidad de negociación. Estos criterios han sido el cuello de botella del desarrollo de muchas instituciones que nacieron, de acuerdo con sus leyes de creación, para cubrir una necesidad básica e inaplazable y que debido a las restricciones presupuestarias no han cumplido sus objetivos.

En el seno de las instituciones, por lo regular la asignación de los recursos financieros a programas y proyectos está a cargo del director o jefe de departamento. En casi ninguna institución de investigación existen mecanismos participativos de planeación y asignación de recursos.

La participación de los gobiernos de los estados en el financiamiento de las actividades de IDE se limita, generalmente, a la asignación del fondo para las universidades provinciales. Las universidades mexicanas —autónomas y estatales— reciben la mayor parte de sus recursos, en forma de subsidios de la federación y de los gobiernos de los estados. Tienen autonomía financiera en la administración de su patrimonio, pero la constitución de éste depende del gobierno. En el control del ejercicio de los fondos, a excepción de los casos de Veracruz y Yucatán, no participan los gobiernos de los estados; es una tarea a cargo de los Consejos Universitarios.

En la mayoría de los casos, las universidades hacen una solicitud de subsidio apoyada en una estimación de los gastos para el próximo ejercicio, dentro de la cual el gasto en IDE no suele diferenciarse de las actividades docentes. Generalmente los presupuestos de los Estados o el presupuesto federal suelen contener como una partida global el subsidio a la universidad.

A partir de la presente administración, el esfuerzo financiero en materia de IDE casi se ha cuadruplicado en pesos corrientes, pasando de 772 millones en 1969, a cerca de 2.700 millones en 1975. A esta

suma deben agregarse alrededor de 2 000 millones de pesos invertidos en 1975 en actividades conexas a las de investigación y desarrollo, pero que también forman parte del presupuesto nacional de ciencia y tecnología. Del total de 4 700 millones, menos del 7% corresponde al presupuesto del CONACYT. Este apoyo sin precedentes al sistema científico y tecnológico refleja la convicción, cada vez más generalizada en el sector público, del importante papel que la ciencia y la tecnología deben desempeñar en el desarrollo del país.

Los recursos financieros del CONACYT son significativamente superiores a los de los organismos que lo precedieron. En tanto que el Instituto Nacional de la Investigación Científica contó en 1970 con un presupuesto de sólo 7 millones de pesos, el CONACYT en 1971, su primer año de operación, dispuso de 52.4 millones de pesos, presupuesto que se ha multiplicado 4.5 veces a precios constantes. A precios corrientes pasó de 52.4 millones en 1971 a 318.7 millones en 1975.

El crecimiento del presupuesto del CONACYT ha sido similar al del gasto nacional en ciencia y tecnología en los últimos 5 años. Por eso, a pesar de su rápida expansión, en 1975 representaba sólo el 8.3% del gasto nacional estimado.¹³

Los recursos que el CONACYT encauza hacia el sistema nacional de ciencia y tecnología han crecido sustancialmente en términos de su proporción dentro del presupuesto institucional. En 1971 representaron el 57.3% del presupuesto; en 1972, el 73.8%; en 1973, el 78%; en 1974, el 83.2% y en 1975, el 84.9%. Es decir, el porcentaje del gasto administrativo en el presupuesto total se ha venido reduciendo año con año. Esta tendencia se explica por el hecho de que durante la etapa inicial la compra de mobiliario y equipo, y demás gastos de instalación influyeron determinante en el presupuesto administrativo y, también, porque la administración ha elevado progresivamente su eficiencia.

La canalización de fondos hacia el sistema científico y tecnológico se ha realizado manteniendo un cierto equilibrio entre las partidas destinadas a la formación de recursos humanos, a través de becas, y las

13. En realidad se trata de un por ciento mucho menor, pues las cifras conocidas del gasto total no incluyen el gasto de instituciones especializadas en actividades científicas y técnicas pero que quedan fuera de la IDE, como ingeniería, consultoría, servicios de información y documentación, extensionismo, etc.

partidas destinadas a financiar proyectos de investigación, al desarrollo de bibliotecas, a crear y fortalecer instituciones de investigación, y a otras actividades consideradas de apoyo al sistema nacional de ciencia y tecnología. Durante estos primeros cinco años de existencia del CONACYT, el presupuesto para la formación de recursos humanos varía entre el 42.6% del total de recursos encauzados hacia el sistema (74.5 millones) en 1972 y el 49% (166.4 millones) en 1974. Es decir, el apoyo a las actividades científicas y tecnológicas ha sido siempre ligeramente mayor que el dedicado a la formación de recursos humanos.

El presupuesto del CONACYT destinado a la formación de recursos humanos a través de becas contrasta notablemente con el ejercido por el INIC en sus últimos años de existencia. Mientras que en 1970 el INIC erogó 5.8 millones de pesos en becas, el CONACYT en 1971 destinó más del doble: 13.6 millones, aplicados a becas académicas, de especialización técnica y otras.

Los recursos de que ha dispuesto el CONACYT le han permitido apoyar de manera significativa el desarrollo del sistema nacional de ciencia y tecnología. Para dar una idea de la importancia de los recursos aplicados a ese fin, se puede señalar que en los últimos 5 años de la existencia del INIC, el reducido presupuesto del Instituto sólo le permitió utilizar 1.7 millones de pesos en apoyo al sistema (1.1 millones en subsidios a 11 publicaciones y 600 mil pesos en ayudas complementarias a instituciones). En cambio, el presupuesto del CONACYT ha permitido canalizar en cinco años 368 millones de pesos para el desarrollo del sistema de ciencia y tecnología.

C. La política de ciencia y tecnología a partir de 1971.

La creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), en diciembre de 1970, representa una nueva etapa institucional. La Ley que creó el Consejo señala en su artículo 1o. que este organismo es: "asesor y auxiliar del Ejecutivo Federal en la fijación, instrumentación, ejecución y evaluación de la política nacional de ciencia y tecnología". Sin embargo, si bien a través de sus funciones de asesor el CONACYT cubre, en términos generales, todas las

actividades del sistema científico y tecnológico y todas las etapas de la elaboración de la política en esta área, las atribuciones ejecutivas en algunas de estas materias son, en principio, responsabilidad directa de otras dependencias del Ejecutivo Federal y la Ley no define los mecanismos y procedimientos mediante los cuales el CONACYT debiera coordinarse con ellas. Además, las funciones ejecutivas de las demás dependencias no constituyen un sistema integrado de atribuciones y responsabilidades que faciliten la coordinación interinstitucional y la planeación científica y tecnológica, sino que, por el contrario, tales atribuciones muestran múltiples duplicaciones y lagunas. Las funciones del CONACYT como auxiliar, o sea donde tiene una responsabilidad directa, distan de abarcar adecuadamente todas las etapas de la política. El CONACYT tiene atribuciones ejecutivas fundamentalmente en lo que se refiere a la promoción de la investigación y desarrollo experimental, a los servicios de apoyo y a algunos aspectos de la formación de recursos humanos. En materia de actividades de transmisión del conocimiento al sistema productivo y de importación de tecnología extranjera sus atribuciones ejecutivas son muy limitadas.

La ley que crea el CONACYT demanda de esta institución la generación de los mecanismos necesarios para que, en consulta con la comunidad científica y los usuarios de la investigación y sin menoscabo de la autonomía de las instituciones, se formulen un plan y una política nacional de ciencia y tecnología. También lo habilita para que participe como asesor del Ejecutivo Federal en la integración de los presupuestos anuales en la materia.

Teniendo en cuenta las atribuciones del CONACYT, el Presidente de la República le encargó la definición de la política respectiva y la formulación de un primer plan de ciencia y tecnología.¹⁴ También con base en esas atribuciones se le pidió su participación como asesor en la formulación del presupuesto anual de ciencia y tecnología.

A lo largo de los cinco años de operación del CONACYT, la estrategia de acción global ha ido cambiando. Entre 1971 y 1973 se caracterizó por la concertación de acciones entre los distintos elementos del sistema científico y tecnológico para la realización de

14 En el Capítulo V se detalla la organización institucional necesaria para la política y planificación de ciencia y tecnología.

proyectos específicos en los que se buscaba vincular la investigación con problemas nacionales.

Las acciones concertadas se integraban con tres participantes: a) el usuario, que podía ser una industria, un organismo público y, en general, cualquier persona física o moral que requiriera una investigación; b) una entidad de investigación, constituida por uno o más centros de investigación; y c) el CONACYT, como participante coordinador, de acuerdo con las funciones que le asigna su Ley. La acción así concertada, se suponía, podría plantear demandas tanto de investigación básica como de investigación aplicada. Además, permitiría un mejor aprovechamiento de los recursos de los centros de investigación y de la participación interdisciplinaria.

Debido a la carencia de áreas de acción prioritarias claramente definidas y de un marco global de metas y objetivos, las acciones concertadas que se establecieron fueron resultado de un proceso casuístico, sujeto al interés que mostraron las instituciones y los usuarios que estaban dispuestos a participar. La concertación de acciones no significó una modificación del carácter pluralístico puro del sistema científico y tecnológico; no ofreció una posibilidad de coordinación del mismo; y tampoco se logró que la vinculación entre las unidades productivas y de investigación adquiriera un carácter orgánico.

La segunda etapa en la evolución del CONACYT se inicia en 1974, cuando se decide impulsar de manera preferente el establecimiento de los programas indicativos, que habían empezado a funcionar en la etapa anterior pero con una importancia secundaria. La creación de estos programas constituyó un primer esfuerzo por racionalizar la canalización de los recursos y el apoyo hacia proyectos de investigación por parte del Consejo, a fin de dirigir las actividades científicas y tecnológicas hacia áreas y problemas de interés nacional.

Los programas indicativos se conciben como mecanismos de planeación y promoción sectorial de acciones y asignación de recursos, con el propósito de establecer una estrecha vinculación entre los elementos componentes del sistema científico y tecnológico. Se busca articular la generación de conocimientos y la innovación y difusión tecnológicas.

El carácter indicativo de los programas consiste en que, a través de ellos, se propone a la comunidad

científica y tecnológica y a los usuarios la realización de acciones, sin emplear métodos compulsivos para lograr el acuerdo de voluntades, pero otorgando el incentivo de los recursos adicionales proporcionados por el CONACYT. El manejo y definición del contenido queda a cargo de un Vocal Ejecutivo y de un Comité de Programa integrado por personas que dependen de instituciones de investigación, gubernamentales, educativas y privadas. A la fecha están en operación 10 programas indicativos y se tienen en proyecto algunos más. Los programas vigentes son: programa nacional de alimentación; programa de investigación demográfica; programa de ecología tropical; programa de investigación en ciencias y técnicas de la educación; programa de salud; programa de ciencia y tecnología para el desarrollo agropecuario; programa de aprovechamiento de los recursos marinos; programa de aprovechamiento de los recursos minerales; y programa de meteorología. Recientemente se estableció un programa para el fortalecimiento de las ciencias básicas y está en la fase preparatoria el programa para el desarrollo del sector químico farmacéutico.

La necesidad de contar con una política y un plan nacionales de ciencia y tecnología se hizo evidente desde el momento mismo en que se decidió impulsar los programas indicativos. A partir de entonces, el Consejo promovió las tareas que han permitido la formulación de este Plan Indicativo.

Estas tareas representan el esfuerzo más coherente del CONACYT para impulsar la ciencia y la tecnología nacionales. La nueva etapa en la estrategia del CONACYT es, en realidad, una capitalización de la experiencia ganada por la institución a lo largo de sus cinco años de existencia.

El desarrollo y la evolución del CONACYT no han estado exentos de dificultades, algunas de las cuales aún persisten. Por un lado, están las que se derivaron de la propia definición de las funciones que le asignó su Ley Constitutiva. Por otro, las comunes a un organismo recién creado que debe encontrar un lugar y definir una política de acción, tanto respecto del sistema científico y tecnológico en su conjunto, como respecto de cada uno de sus componentes.

El CONACYT ha propiciado iniciativas para lograr una integración de las actividades de ciencia y tecnología y para instaurar un modelo pluralístico de acciones concertadas centrado en torno a la planeación participativa del sistema científico y tecnológico.

Una de ellas fue el establecimiento de la Comisión Nacional de Planificación Científica y Tecnológica y la otra, la creación de la Comisión Interinstitucional de Ciencia y Tecnología para la elaboración de un presupuesto federal en la materia. Esta última, al vincular el organismo coordinador con los mecanismos estatales de financiamiento y éstos con el mecanismo de planificación, puede ofrecer la base para una asignación de recursos para las actividades científicas y tecnológicas financiadas por el Estado que se fundamente en una política y una programación globales.

A su vez, el Registro Nacional de Transferencia de Tecnología, creado dentro de la Secretaría de Industria y Comercio en 1972 como mecanismo de regulación del flujo tecnológico, representa un avance importante en el proceso para racionalizar la adquisición de tecnología extranjera. La legislación de propiedad industrial ha sido recientemente modificada. Los cambios introducidos la adecúan a los requerimientos de la nueva etapa del desarrollo científico y tecnológico del país.

A pesar de estos progresos, los instrumentos de la política de desarrollo siguen sin tomar en cuenta cabalmente la importancia de la ciencia y la tecnología para el avance del país. Muchos instrumentos y medidas de política económica aún actúan como obstáculo para el desarrollo científico y tecnológico. En materia de política tecnológica se carece aún de medios que orienten la demanda y que fomenten la adaptación, asimilación y difusión de la tecnología importada.

Si bien el Estado ha promovido el desarrollo tecnológico en algunos sectores como el agropecuario, la construcción, los energéticos y la medicina, no lo ha hecho en igual medida en otros sectores. Tampoco ha adoptado una política sistemática de selección de tecnología apropiada para crear e incrementar una capacidad tecnológica nacional que permita la autodeterminación en la materia.

El sector privado ha hecho hasta ahora esfuerzos mínimos para desarrollar su propia capacidad técnica y sigue recurriendo al exterior para satisfacer sus necesidades más elementales en la materia. Los recursos financieros que destina a la IDE son muy limitados. La inversión en investigación y desarrollo tecnológico conlleva riesgos y costos, pero el mayor riesgo a largo plazo para la empresa y la mejor forma de acentuar su dependencia del extranjero es no desarrollar su propia capacidad tecnológica. En general, la capacidad tecnológica se traduce en eficiencia y capacidad competitiva, como lo demuestran los beneficios que suelen obtener las empresas en reducción de costos de producción, penetración en nuevos mercados y otros.

No obstante los avances logrados, las acciones de los últimos cinco años para integrar el sistema científico y tecnológico nacional distan mucho de ser suficientes. Esto da clara muestra de que se trata de una tarea a largo plazo, que requiere de un esfuerzo permanente, de la participación de todos los elementos del sistema científico y tecnológico y de la concurrencia de todos los sectores involucrados.