
V. Políticas de ciencia y tecnología

Consideraciones generales

El cambio técnico y el desarrollo económico

En la cada día más copiosa literatura sobre ciencia y tecnología, destaca la queja recurrente de que el cambio técnico no ha sido el más adecuado para mejorar la situación de los países subdesarrollados; de aquí se pasa piadosamente a recomendar que los programas de tecnología deben orientarse hacia la búsqueda de técnicas mejores a las que se llama "apropiadas". Esta consideración, por tautológica, resulta poco útil, porque hace hincapié en los aspectos del diseño y la ingeniería y oculta la verdadera naturaleza del problema, que consiste en que el cambio tecnológico es un potente agente de transformaciones imprevistas —unas buenas, otras malas.

Cabe recordar que la Revolución Industrial en Europa dio lugar a fuertes deformaciones socioeconómicas atribuibles precisamente a sus logros tecnológicos espectaculares. Con frecuencia se propone como ejemplo de este argumento el hecho de que en los países subdesarrollados la Revolución Verde, aunque ha aumentado los rendimientos, ha sido también el vehículo de deterioro de la distribución del ingreso en el medio rural.

El equipo, los métodos de producción y los

productos finales son ingredientes físicos y de organización cuya abundancia o escasez no es más que un aspecto del cambio técnico. Para entender el efecto de este último es indispensable examinar el proceso de decisión por el cual se adopta o se rechaza una tecnología determinada. Por las consideraciones anteriores, nuestro Programa elude el fundamentalismo tecnológico, según el cual los problemas del país hallarían solución con sólo encontrar la tecnología adecuada. Aparte de su debilidad analítica, el fundamentalismo tecnológico incurre en omisiones importantes y confía en que el subdesarrollo desaparecerá una vez que se abran nuevos horizontes científicos para los países subdesarrollados.

La economía mexicana es una economía mixta de mercado y, por lo tanto, la reorientación del cambio técnico no puede lograrse sin actuar sobre el sistema de precios. Mediante tal interferencia se induce a las unidades productivas a generar y adoptar la tecnología que se desee. De hecho, el inventario de ofertas y demandas de investigación de este Programa ha sido elaborado precisamente porque el mercado no las manifiesta en forma efectiva. El éxito del Programa dependerá, pues, del grado en que se logre reorientar las decisiones tecnológicas de las unidades productivas, y no exclusivamente de vincular y coordinar demandas y ofertas.

La reorientación del cambio técnico hacia la producción de bienes básicos, la elevación del nivel de ocupación, o la reducción de la desigualdad económica dependen crucialmente de los mecanismos de decisión empresarial y de la creación de empresas nuevas dirigidas a tales propósitos. El presente Programa busca inducir la adopción de tecnología congruente con la magnitud y las características de la oferta de mano de obra en el país y estimular la generación y adaptación internas de tecnología para reducir el costo financiero de su transferencia. Bajo este principio, la tecnología por adoptar no es necesariamente un conjunto de métodos y conocimientos tradicionales. Los programas comprenden opciones de producción interna, copia, imitación, compra de tecnología y desagregación de paquetes tecnológicos. En todos los casos se tiene en mente que la creación de tecnología por sí sola no puede reorientar las decisiones de inversión. El resultado de la tecnología, cabe insistir, depende crucialmente de su viabilidad económica *in situ*.

Transferencia de tecnología y empleo

El crecimiento nacional ha creado diferencias notables en la productividad, entre y dentro de las distintas ramas de actividad. En el sector manufacturero y en las actividades urbanas en general es donde se origina el problema más importante de adopción tecnológica. En la industria se observa una mayor dependencia técnica y una lenta absorción de mano de obra, además de ser éste el sector que recibe el grueso de la inversión nacional.

Hasta hace muy poco, la política de protección industrial y fiscal tuvo como consecuencia una capitalización muy acelerada de los medios de producción. Este fue el resultado de un plan de industrialización deliberada, que tuvo efectos positivos y transformó la estructura productiva del país. Dicha política careció sin embargo de criterios para controlar la inversión extranjera, la carga financiera del suministro de tecnología, los métodos y el equipo de producción y la absorción de mano de obra.

A tal ausencia de criterios se atribuye el estancamiento tecnológico del país, al no haberse anticipado un programa de desarrollo paralelo de los recursos científicos y técnicos. La tecnología extranjera sigue siendo para el empresario mexicano la alternativa más expedita y eficaz para hacer crecer la industria y mejorar la calidad de sus productos. La reorientación de este proceso sólo puede ser gradual porque exigirá una transformación de gran alcance de la planta industrial. El instrumento más importante de control de las decisiones tecnológicas del sector industrial es la política impositiva, que comprende el uso de derechos, impuestos y subsidios. El efecto neto del sistema fiscal ha sido el de estimular la inversión en bienes de capital, cosa que ha facilitado el crecimiento de la inversión por obrero y consecuentemente el aumento de la automatización.

Conviene establecer un mecanismo para otorgar subsidios a las empresas por el uso de la fuerza de trabajo. Para ello puede elaborarse un paquete fiscal dentro de la estructura existente de impuestos al trabajo y al capital, a la que se añadiría un subsidio en función de la relación de obreros ocupados por peso invertido.

La mecánica de dicho esquema deberá ser tal que las ganancias de la empresa surjan de la utilización de más obreros por peso invertido. El diseño concreto del esquema fiscal anterior requiere de cuidadosa elaboración y evaluación de sus consecuencias por ramas de actividad, tamaños de establecimientos específicos y criterios de descentralización. Requiere también un cálculo global sobre el equilibrio financiero entre las dos partidas impositivas y la de subsidio al uso de trabajo.

Transferencia de tecnología

Las empresas e inversiones extranjeras, por una parte, aceleran el desarrollo de los países en que actúan; por otra, los explotan e incluso en ocasiones atentan contra su soberanía.

El rápido avance tecnológico actual hace que exista una marcada interdependencia de todos los países; interdependencia que se acentúa en

aquellos en vías de desarrollo como el nuestro, lo que nos obliga a adoptar los mecanismos legales apropiados para gozar de las contribuciones y experiencias tecnológicas y administrativas provenientes del exterior, sin que se afecte nuestra economía en forma desfavorable.

Todos los Estados legislan sobre transferencia de tecnología, pugnando por obtener de otros países la información de las tecnologías existentes, para seleccionar las más adecuadas.

México cuenta con el organismo denominado Información Técnica CONACYT (INFO-TEC), que tiene como propósito buscar información técnica e investigar sobre nuevos métodos y procesos, que mantengan al día a las empresas, así como seleccionar las apropiadas al desarrollo nacional.

Algunos obstáculos para el desarrollo científico y tecnológico

Como resultado de una encuesta realizada por el CONACYT entre miembros distinguidos de la comunidad científica, se identificó un conjunto recurrente de observaciones respecto a fenómenos que inhiben un desarrollo científico fluido. Entre éstas, las principales son las siguientes:

Coordinación de la actividad científica

En ausencia de una política científica y tecnológica bien coordinada, hasta ahora las instituciones de investigación han operado en forma independiente y con orientaciones individuales. En estas circunstancias se dificulta definir campos de especialización, que al dividirse excesivamente hacen que disminuya la calidad de la producción científica.

Con frecuencia se improvisan grupos sin capacidad para organizar la investigación, que además sustraen investigadores de proyectos mejor configurados y en marcha y distraen fondos para la investigación.

Los sectores productivos, público y privado,

sólo excepcionalmente acuden a las instituciones científicas nacionales. Este abandono explica en parte la correspondiente falta de interés de las instituciones de investigación por los problemas nacionales inmediatos y concretos. Existe escaso apoyo institucional para inventar, mejorar y desarrollar equipos y otros recursos productivos. Cuando alguien ha inventado o descubierto algo, carece de medios para anunciar, comercializar y buscar clientes para sus inventos.

Para resolver algunos de estos problemas el Programa da atención especial a los procedimientos de vinculación entre el sistema nacional de ciencia y tecnología y los sectores productivos público y privado.

Servicios de bibliotecas e informes

La investigación científica requiere de bibliotecas y centros de información en número suficiente y bien organizados. En 1977 existían aproximadamente 90 personas con preparación a nivel de licenciatura o maestría en biblioteconomía: en promedio, un bibliotecario profesional para cada 17 bibliotecas.

Para corregir esta deficiencia se ampliará la asesoría y se fortalecerán los servicios, equipos y colecciones de bibliotecas especializadas y se formularán programas para capacitar personal. También se diseñarán y promoverán sistemas de apoyo y sistemas automatizados de información y ampliarán los vínculos con centros en el extranjero.

Administración de las instituciones de investigación

Las instituciones de investigación tienen problemas de administración externos e internos. Además de los problemas de coordinación y los cambios sexenales, otro obstáculo externo al que se enfrentan las instituciones de investigación es la incertidumbre sobre sus recursos económicos. La incertidumbre respecto al apoyo financiero a corto y mediano plazo afecta sin duda la marcha de los centros de investigación. Con frecuencia se reduce el área de estudio y no se contrata al personal que se tenía previsto. A

pesar de que algunas instituciones cuentan con recursos para crecer en forma sostenida y de que los programas de becas han hecho que aumente la disponibilidad de personal preparado, subsisten dificultades enormes para contratar e incorporar a un nuevo investigador.

Los procedimientos presupuestales del Gobierno Federal son, con pocas excepciones, inadecuados e inoportunos. El presupuesto se conoce ya avanzado el año, cuando muchos de los nuevos programas de trabajo se han suspendido por no saberse si realmente habrá recursos y, lo que es peor aún, se interrumpen estudios en marcha.

Es decir, con frecuencia el problema no es el bajo monto de los presupuestos anuales sino la inoportunidad con que éstos se otorgan.

Por otra parte, administrativamente no se especifica por separado el apoyo económico que se da a los centros de investigación ubicados en instituciones de enseñanza superior como tales.

Por lo indirecto del procedimiento, a la investigación suelen llegar pocos recursos. El financiamiento debe obedecer a la capacidad de los centros para producir ciencia y tecnología, y no a las proporciones de la masa estudiantil de los centros de enseñanza a los que están adscritos.

En cuanto a los problemas internos, salvo contadas excepciones, los centros de investigación no tienen una organización administrativa adecuada y flexible. Lo anterior se manifiesta en el uso ineficaz que hacen de sus recursos y, lo que es mucho más grave, en la necesidad que tienen los directores de centros o de proyectos de dedicar gran parte de su tiempo a asuntos administrativos. Una de las consecuencias más dañinas de este problema se manifiesta cuando los mejores especialistas en cada campo son designados para los puestos directivos de los centros de investigación.

En relación con estos problemas, la política de formación de recursos humanos del Programa pone énfasis en la preparación del personal administrativo y de nivel técnico para apoyar la actividad científica.

Se estudian también procedimientos encaminados a asesorar y apoyar a los centros de inves-

tigación en sus trámites presupuestales con el Gobierno Federal.

El empleo de científicos

Los programas de becas de posgrado no han tenido el éxito que se esperaba de ellos por falta de una política de colocación de los egresados. No se han elaborado planes para integrar a los exbecarios a proyectos específicos de investigación, ni para situarlos en instituciones de educación superior ni tampoco para darles medios como laboratorios, talleres y estaciones experimentales para que se aproveche plenamente la inversión que se hizo en prepararlos.

El trabajo científico y tecnológico de alta calidad exige dedicación de tiempo completo, y para hacer esto el investigador debe percibir una remuneración adecuada. Si el investigador tiene más de una ocupación, como es muy frecuente en México, disminuye su productividad. Esta dispersión constituye uno de los impedimentos más frecuentes para el funcionamiento de grupos de trabajo de buen nivel. Los mejores exigen sueldos competitivos con la industria y otras instituciones del Gobierno.

Las grandes universidades, los institutos de enseñanza superior y el sector público, pagan a sus especialistas sumas elevadas que los centros de investigación más pequeños no pueden pagar, lo que genera una fuga de cerebros de instituciones del sector científico al sector público.

Junto con la política de descentralización de la investigación científica que el CONACYT empieza a aplicar en su política de recursos humanos, se promoverán las medidas para elevar las percepciones y beneficios de los investigadores, para atenuar los desniveles de que ya se ha hablado.

Importación de equipo, materiales y servicios de mantenimiento

Numerosos proyectos de investigación se atrasan o interrumpen por no contar oportunamente con el equipo y los materiales indispensables. La mayor parte de éstos, lo mismo que los costosos animales de experimentación, son importados,

puesto que su producción nacional es muy limitada.

El trabajo científico con frecuencia se retrasa porque no hay en el país equipo y personal preparado para dar servicio de mantenimiento y reparación al equipo científico. Muchos aparatos sólo pueden ser reparados por especialistas de los que no se dispone, además de que en muchas ocasiones se carece de las instalaciones para proporcionar servicios. La falta de servicios de mantenimiento y reparación ha provocado también un aumento de las importaciones y del equipo ocioso.

Para dar asesoramiento en las gestiones necesarias para importación de equipo, instrumental, sustancias y animales de experimentación, el CONACYT creó la Oficina de Despachos Aduanales de la Comunidad Científica (ODACC). A sus funciones de obtener franquicias, dispensas, y tramitar despachos aduanales se añadirá la de difundir en la comunidad científica las disposiciones y facilidades para la importación de materiales y equipo.

Los servicios Centrales de Instrumentación y Laboratorios (SECIL), asociación civil que depende del CONACYT, son un organismo especializado en el mantenimiento y reparación del equipo científico y técnico. Este organismo forma también personal capacitado que se emplea en distintas instituciones del país. Se ampliará este programa y se aumentarán las becas del CONACYT para especialización en mantenimiento y reparación de equipo científico. También se apoyarán y fortalecerán los centros que prestan servicios de instrumentación, como el Centro de Instrumentos de la Universidad Nacional Autónoma de México, y se armonizarán normas y criterios de mediciones básicas en laboratorios.

Políticas de ciencia y tecnología en áreas prioritarias

En esta sección se presentan las áreas prioritarias de investigación científica y tecnológica que integran el Programa de Ciencia y Tecnología.

Sin excluir la atención al desarrollo de las ciencias básicas, las áreas prioritarias se configuraron a partir de las políticas de desarrollo económico y social señaladas por el Gobierno. Las áreas consideradas son en suma: Investigación Básica; Agropecuaria y Forestal; Pesca; Nutrición y Salud; Energéticos; Industria; Construcción, Transporte y Comunicaciones; Desarrollo Social, y Administración Pública.

Investigación básica

Los proyectos de ciencias básicas, biología, química, física y matemáticas, ilustran el tipo de investigación que se está realizando en México. Se incrementarán en el futuro a medida que surjan nuevas necesidades y propuestas de investigación. Con objeto de darles unidad temática se han clasificado por disciplinas, mas esto no significa que una tenga prioridad sobre otra.

En ciencias básicas no es posible decidir de antemano cuál componente (biología, física, matemáticas, y química o sus subespecialidades) es más importante. Esto se debe a que la investigación en estas disciplinas se refiere a fenómenos cuya naturaleza y perspectivas son difíciles de discernir y no encajan en calendarios ni en rutas críticas. Por otra parte, se dará apoyo a un sistema de evaluación periódica de los trabajos de investigación a nivel institucional e individual. Los proyectos de investigación de más alta calidad en ciencias básicas serán los que reciban apoyo. Una prueba sencilla y efectiva sería el reconocimiento internacional a través de la publicación en revistas de renombre y la participación de árbitros de prestigio internacional en la evaluación de proyectos.

Con frecuencia la investigación en ciencias básicas sirve de apoyo a los avances tecnológicos y a numerosos procesos de aplicación práctica. Amplia evidencia empírica muestra, mediante estudios de costo-beneficio, que la reutilización de estas inversiones es muy elevada. Ejemplos de esto son los avances que se han logrado en el campo de la ingeniería genética de plantas como el maíz y trigo, el control biológico de plagas, el conocimiento del sistema cardiovascular en el hombre, el control de la poliomie-



Célula fibrosa de un tejido conectivo humano

litis la hepatitis y la tuberculosis, y el trasplante de órganos, entre otros. Muchos de estos avances se lograron con base en investigaciones que no tenían ninguna relación inmediata con los problemas prácticos que ayudaron a resolver.

Los proyectos en ciencias básicas incluidos en este documento muestran que en algunos campos ya se realizan investigaciones de avanzada, algunas veces en cooperación con centros de investigación y universidades extranjeras, y que una parte importante de ellos tienen aplicación práctica inmediata en la medicina, la ingeniería y la explotación de energéticos, entre otros.

Uno de los propósitos del Programa es apoyar el desarrollo de grupos de investigación ya establecidos y promover la creación de grupos en disciplinas que aún no se practican en el país. También se apoyarán programas para integrar a los nuevos investigadores y ex becarios a grupos ya organizados y a instituciones de educación superior.

En los últimos años la biología ha tenido avances espectaculares en el campo de la genética y en las neurociencias, entre otros. Actualmente es posible crear mutantes bacterianas

que sinteticen hormonas como la insulina y corticoesteroides, y que utilicen el petróleo para producir sustancias útiles para el hombre y los animales. El Programa apoyará investigaciones en ingeniería genética en estas áreas, tanto por su interés teórico como por sus posibles aplicaciones. También apoyará investigaciones bioquímicas dirigidas a esclarecer los mecanismos de síntesis de proteínas, transporte iónico, metabolismo, morfogénesis y diferenciación celular.

Los avances en el campo de las neurociencias permiten el tratamiento de enfermedades nerviosas. En la actualidad se sabe con certeza que algunas de éstas se deben a alteraciones bioquímicas del sistema nervioso. La esquizofrenia ya puede ser controlada con medicamentos específicos. La epilepsia ya puede diagnosticarse oportunamente y controlarse con elevada probabilidad de éxito. Las neurociencias también han contribuido al desarrollo de prótesis y al diseño de métodos de diagnóstico clínico automatizado de alteraciones funcionales del propio sistema nervioso. Es propósito del Programa continuar el apoyo al estudio del sistema nervioso en sus aspectos fisiológicos, bioquímicos, y morfológicos, en condiciones normales y patológicas, con particular énfasis en transmisión sináptica, integración sensorial y motora, mecanismos de dolor, plasticidad en sistema nervioso, epilepsia, mecanismos de aprendizaje, mecanismos de vigilia y sueño, neurofarmacología, neurotoxicología y mecanismos del control del apetito.

El conocimiento de los mecanismos de transporte en membranas biológicas y en epitelios, y de la manera como éstos participan en el intercambio de sustancias en el organismo es importante en la función renal, digestiva, circulatoria, y respiratoria, así como en el entendimiento y aplicación de técnicas para la desalinización de aguas y de cultivo en niveles de elevada salinidad. Se continuará dando apoyo a investigaciones en estas áreas.

La incidencia de enfermedades parasitarias en nuestro país es muy alta. Se ampliarán las investigaciones que ya se realizan sobre la participación del sistema inmune durante los procesos de interacción huésped-parásito, se estudiarán

aspectos inmunológicos de la amibiasis, alergia experimental y reacciones antígeno-anticuerpo.

El conocimiento de la flora y la fauna de México y de las alteraciones ecológicas producidas por el desarrollo demográfico e industrial es limitado. Se continuarán apoyando estudios taxonómicos, ecológicos en ecosistemas y sobre la flora y la fauna.

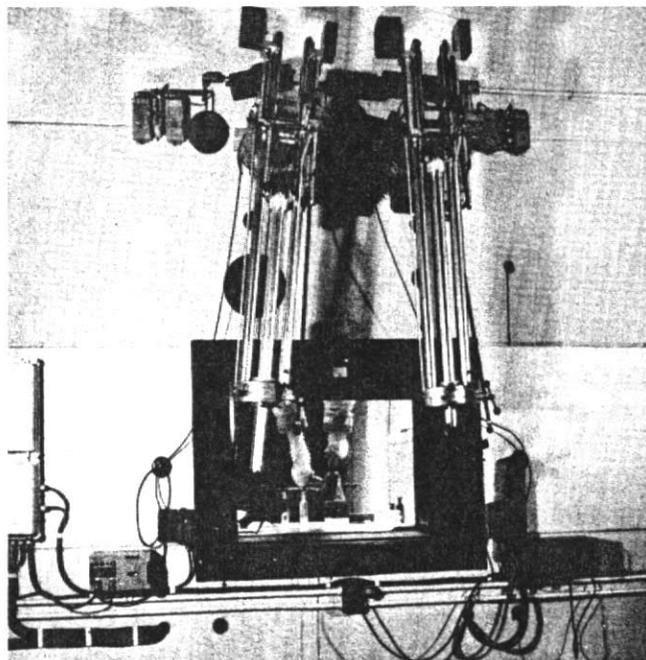
Parte importante de la industria nacional emplea procesos químicos y compuestos inorgánicos. Se continuarán apoyando las investigaciones sobre diversos procesos industriales como la catálisis y la corrosión electroquímica.

Los estudios sobre química orgánica, están relacionados fundamentalmente con la elaboración de fármacos, colorantes, plásticos, hormonas sintéticas, plaguicidas y herbicidas, entre otros. Se ampliarán los programas que ya están en marcha para elaborar nuevos productos y para conocer cómo éstos afectan la ecología y la salud.

En matemáticas existen en México aproximadamente 600 licenciados, 100 maestros en ciencias y 100 doctores. De este personal, la mayoría está dedicado exclusivamente a labores docentes y sólo una pequeña parte realiza labores de investigación o consultoría. Se ampliarán los programas de formación de recursos humanos para la investigación y la docencia, de manera que se ejerzan en forma complementaria y no como opciones excluyentes. Así, se fortalecerán los departamentos de matemáticas de escuelas profesionales como ingeniería, biología, química y economía entre otros. Se dará apoyo a cursos de actualización de profesores de matemáticas y a reuniones periódicas de especialidades menos desarrolladas con la participación de especialistas de prestigio internacional.

Con el fin de estimular sus aplicaciones prácticas se dará amplio apoyo a la difusión de las matemáticas mediante la publicación de revistas y libros y otros medios.

Se apoyarán investigaciones sobre la aplicación de las matemáticas a fenómenos de la física, la química y las ingenierías. También se ampliará la ayuda para el estudio de problemas básicos en el álgebra, el análisis matemático y las geometrías, tratando de crear las condicio-



Celdas calientes. Centro Nuclear de Salazar, Edo. de México

nes para que el trabajo en estos campos alcance un nivel competitivo en el medio matemático internacional.

Con el fin de aprovechar el potencial de los grupos ya constituidos se estimulará la integración de los diversos campos de la matemática mediante el apoyo a proyectos de trabajo que faciliten la participación de investigadores en áreas con diferentes niveles de abstracción. Se fomentará la investigación en la teoría de la probabilidad y la estadística, y en sus aplicaciones a las ciencias sociales y naturales.

Los progresos en la física del estado sólido han revolucionado las comunicaciones, la computación y el control de procesos y mecanismos complejos. En esta área se apoyarán investigaciones acerca de materia condensada, transporte eléctrico, materiales magnéticos, semiconductores, bajas temperaturas, superficies rugosas y dominios de inversión.

La mecánica cuántica y la física atómica y molecular pueden aplicarse al estudio de procesos químicos, catálisis, cinética química, fotoionización molecular, interacciones moleculares, colisiones atómicas y propiedades estadísticas de agregados moleculares. Se ampliará la ayuda para investigar reacciones y deformaciones nu-

cleares y colisiones de iones pesados, con aplicaciones en la generación de energía eléctrica, radioisótopos y nuevas fuentes de energía.

La física de partículas y campos es una rama fundamental de la física, pues trata de la estructura y propiedades de las partículas que constituyen el universo. Esta disciplina se cultiva en México a nivel teórico porque los aceleradores y cámaras de detección son caros aun para los países ricos. Sin embargo se dará apoyo a esta rama para fortalecer el desarrollo de la física básica en nuestro país.

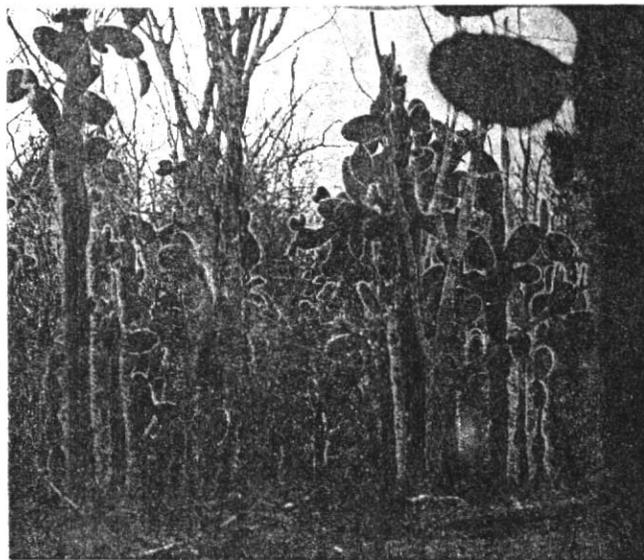
Los estudios en fisicoquímica, termodinámica y mecánica estadística permiten conocer las propiedades microscópicas de líquidos, gases y sólidos partiendo de un modelo microscópico. Estos estudios son indispensables en casi toda la industria. Se apoyarán las investigaciones sobre la resonancia paramagnética y electrónica, la absorción óptica, las fluorescencias moleculares, la espectroscopía electrónica y los procesos catalíticos.

Agropecuaria y forestal

La balanza comercial agropecuaria es favorable a nuestro país. Sin embargo, se importan todavía alimentos básicos, particularmente cereales y oleaginosas, y se desaprovechan numerosos recursos agrícolas susceptibles de explotación. Además, en las áreas marginadas, cuya producción es para la subsistencia, si no se producen alimentos hay hambre.

Con el fin de incrementar los rendimientos y la producción se impulsarán trabajos ya iniciados de mejoramiento genético para producir variedades superiores de cereales con posibilidad de cultivo en zonas áridas, semiáridas y de temporal. Se incrementarán los estudios de selección de las variedades criollas de maíz más productivas, y se ampliarán los de ingeniería genética a otras especies de plantas alimenticias, forrajeras e industriales.

Para disminuir el déficit en la producción de oleaginosas se investigarán nuevas plantas y



Ecosistema del desierto

métodos de extracción, se ampliarán los bancos de germoplasma, y se estudiará la mayor aplicación de las técnicas de rotación y de asociación de cultivos.

Para dar asistencia técnica en el terreno a los productores de frutales, se ampliará el uso de laboratorios móviles. Se dará más apoyo a las investigaciones sobre la fisiología poscosecha para reducir las pérdidas en almacenamiento y durante el transporte de frutas frescas.

En la agricultura moderna los fertilizantes determinan en gran medida la productividad de la tierra y México no puede darse el lujo de seguir dependiendo de una agricultura tradicional. Se incrementarán los estudios para determinar las dosis óptimas y económicas de fertilización para los principales cultivos. Se continuarán las investigaciones sobre la eficiencia de los fertilizantes orgánicos y las compostas. Se impulsarán los estudios para desarrollar nuevas tecnologías, como el uso de fertilizantes fluidos y los de lenta disponibilidad así como el desarrollo de mejores sistemas de fijación y utilización de diversos nutrientes por medio de microorganismos no convencionales.

Para reducir los daños de los insectos y de los agentes patógenos por medio de productos químicos y sobre todo mediante el uso de controles biológicos que, eviten o reduzcan la contaminación ambiental y de los alimentos, se



Ecosistema del trópico húmedo

incrementarán las investigaciones sobre los sistemas de pronósticos de plagas y enfermedades en los cultivos y se estudiarán y difundirán los métodos fitosanitarios de control y combate.

— La maquinaria agrícola que se importa y se produce en el país no es la más adecuada al tamaño y la topografía de los predios. Se realizarán estudios para determinar los tipos de maquinaria que necesitan las distintas zonas agrícolas del país y se impulsará el diseño y la selección de nuevos implementos agrícolas que combinen la fuerza de trabajo humano o animal con el trabajo mecánico. Aumentarán la producción de estos implementos y su empleo industrial.

— Las agroindustrias propician la integración entre los sectores agrícola e industrial. También permiten el mayor aprovechamiento de los productos, elevan el nivel de ingresos del productor y crean fuentes de trabajo. Se aumentarán los estudios sobre opciones tecnológicas para la formación de industrias de insumos agrícolas como aperos, bombas, equipo y maquinaria, y el impulso a las industrias rurales que procesen, deshidraten y conserven los productos agropecuarios locales como el maíz, el chile, el nopal, el plátano y algunos animales de granja, como el conejo.

Las investigaciones pecuarias profundizarán en el estudio de las técnicas de manejo para au-

mentar la producción de carne y leche. Se fomentarán las investigaciones que reduzcan el costo de la alimentación del ganado, como el uso de nitrógeno no proteico en raciones para producción de carne y la nutrición mineral, así como la utilización de esquilmos agrícolas y de la caña de azúcar.

Se dará atención especial al estudio de los sistemas de producción láctea en los climas tropicales bajo pastoreo, sistemas y rotación con suplementación nutricional.

Se proseguirá el análisis de la capacidad de recuperación de las praderas naturales, y se ampliará la evaluación de las especies forrajeras silvestres. Se determinarán las propiedades agronómicas y bromatológicas de las gramíneas, de las leguminosas y de otras especies forrajeras, y se ampliarán los estudios sobre las mezclas de especies forrajeras para mejoramiento de praderas.

Se harán también más investigaciones sobre las causas de las enfermedades y de las plagas que atacan al ganado, así como sobre su profilaxis; particularmente sobre la paratuberculosis y la fasciola hepática presentes en las cuencas lecheras y las enfermedades producidas por hematozoarios y por plantas tóxicas.

México cuenta aproximadamente con 45 millones de hectáreas boscosas. El 30% son selvas tropicales y subtropicales de las cuales aún no se conocen las principales características. La tecnología que se aplica es la diseñada para procesar maderas de zonas templadas, la que se usa en el secado de madera es insuficiente y la de producción de celulosa es inadecuada.

Se proseguirán los estudios sobre distintos sistemas de explotación, principalmente para las zonas tropical y subtropical, y se definirán normas de repoblación y conservación forestal. Se ampliará la clasificación técnica de las maderas duras corrientes y de las de especies comerciales para su uso estructural, formulación de especificaciones y tratamientos a la madera. Se investigará también la transformación química de la madera de encino, para producir celulosa de alta pureza.

El equilibrio ecológico del país se ha deteriorado por la explotación indiscriminada de los

recursos naturales. Se continuarán los estudios en diferentes regiones del país para conocer el estado en el cual se encuentran la flora y la fauna silvestres, para evaluar su deterioro y establecer métodos de recuperación en las zonas ya afectadas.

El trópico húmedo constituye aproximadamente el 15% del territorio nacional y el conocimiento de su ecología es incompleto. Se incrementarán las investigaciones sobre las ecotécnicas apropiadas para su desarrollo agropecuario y forestal, y se hará un inventario de los recursos disponibles. Se realizarán estudios sobre la regeneración de sus selvas y la producción de frutas, especias, hule y granos alimenticios.

Los ecosistemas de las regiones áridas y semiáridas son frágiles y no se les ha preservado de manera adecuada. Se harán investigaciones para determinar el deterioro de los pastizales de zonas semiáridas y se concluirán los estudios de las plantas útiles de estas regiones para elaborar el catálogo que permita su utilización racional.

Nuestra producción agropecuaria está concentrada en pocos cultivos y especies. Diez de ellos —maíz, frijol, arroz, trigo, sorgo, ajonjolí, cártamo, semilla de algodón, soya y cebada— proporcionan el 90% del valor del producto agrícola. Para diversificar la producción se estudiará la explotación de plantas y animales de uso poco común, la dinámica de poblaciones vegetales y animales nativos, y las especies vegetales que contengan sustancias para uso industrial. Se estudiarán también nuevas fuentes de productos naturales con actividad hormonal en vegetales.

Los recursos de agua subterránea son difíciles de cuantificar y los estudios con que se cuenta son preliminares. Se levantará un inventario de estos recursos y se estudiarán la recarga artificial de los acuíferos. Se aumentarán las investigaciones sobre la predicción, el control y el aprovechamiento de las inundaciones.

El servicio meteorológico para propósitos agrícolas es deficiente. Se ampliarán las investigaciones para aumentar la precipitación pluvial, reducir los efectos del granizo y de otros meteoros, y mejorar el pronóstico de ciclones y heladas.

El sector agropecuario y forestal requiere recursos crecientes de tecnología. Es necesario asimilar, aplicar, y desarrollar en mayor medida las tecnologías modernas para detección, cuantificación y aprovechamiento de los recursos naturales. Se apoyará la investigación con el uso de sensores remotos para levantar la carta topológica y de productividad agrícola del país, para localizar la incidencia de plagas y enfermedades en cultivos y en bosques, y para realizar evaluaciones ecológicas.

Se profundizarán los estudios de las técnicas nucleares para su aplicación en experimentos genéticos y fisiológicos sobre técnicas isotópicas y de percepción remota para determinar el grado de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.

Se harán más investigaciones por medio de las imágenes de satélites sobre los ecosistemas. Se aplicará experimentalmente la estimulación por irradiaciones a las especies frutales y se estudiará la creación de un laboratorio para radioinmuno ensayos en el ganado.

El henequén es una especie originaria de nuestro país, la cual ha recibido poca atención de la ciencia. Ya se tiene un programa orientado al mejoramiento de esta importante planta, pre-

Industrialización del camarón



cisamente en la zona henequenera de Yucatán, el cual ha generado ya importantes conocimientos. Se ha programado el impulso a las investigaciones para desarrollar a corto y mediano plazo sistemas más eficientes de producción y utilización del henequén.

Pesca

La explotación de recursos marinos en México se encuentra aún en sus etapas iniciales, aunque la exportación pesquera es un importante renglón de la balanza comercial del país. De acuerdo con la extensión de los litorales y la riqueza pesquera de las costas, el sector de pesca tiene gran potencial económico y, en particular, por lo que se refiere a problemas alimentarios. Este programa ha sido formulado para subsanar necesidades técnicas de explotación, preservación y ecología de los recursos marinos.

Se da prioridad al estudio y evaluación de los recursos pesqueros y la dinámica de las poblaciones para incrementar la explotación e impe-

Técnicas de empaque de camarón



dir su deterioro prematuro, en particular de los bancos camaroneros costeros y de alta mar. Se elaborará también una cartografía pesquera nacional.

Mediante estudios de evaluación se apoyará la planificación y regulación de captura de especies, la langosta y la almeja en especial. La explotación inadecuada de esta última casi la ha extinguido en la bahía de La Paz. Se estudiará asimismo la explotación del calamar.

Se investigará la tecnificación de los métodos de pesca para aumentar los volúmenes de producción, como es el caso del tiburón y la anchoveta, entre otros. Otras investigaciones comprenden el cultivo de especies y el restablecimiento de su habitat, como los bancos de abulón, de ostiones y almeja. Para el aprovechamiento de la sardina, langostilla y merluza, entre otros, se apoyará el desarrollo experimental de nuevas técnicas pesqueras y de procesamiento. Se estudiará también la flora acuática para su explotación.

Se han diseñado programas para el estudio de la ecología y contaminación de los recursos acuáticos. Las investigaciones comprenden la preservación de zonas costeras, ríos, lagos y lagunas, y el diseño de técnicas y medidas de control. Se da prioridad al estudio de sistemas ecológicos contaminados donde algunas especies acuáticas están a punto de extinguirse. Los estudios tienen también como objeto establecer normas de diseño y manejo de puertos y obras costeras que eliminen o reduzcan el daño ecológico.

Nutrición y salud

→ La desnutrición constituye el principal problema de salud en México, y su solución es requisito indispensable para el desarrollo del individuo, de la sociedad y de la economía. Más del 40% de la población mexicana se alimenta en una forma deficiente y la mayoría de las veces no satisface ni sus necesidades calóricas. Las investigaciones en nutrición y en salud ayudarán a

establecer las necesidades que aseguran el mínimo de bienestar de la población del país.

Por lo complejo del problema la investigación en nutrición y salud abarca numerosos campos, que van desde la producción, conservación, industrialización y comercialización de alimentos, hasta los factores que condicionan su consumo, entre los que destacan los socioculturales y económicos.

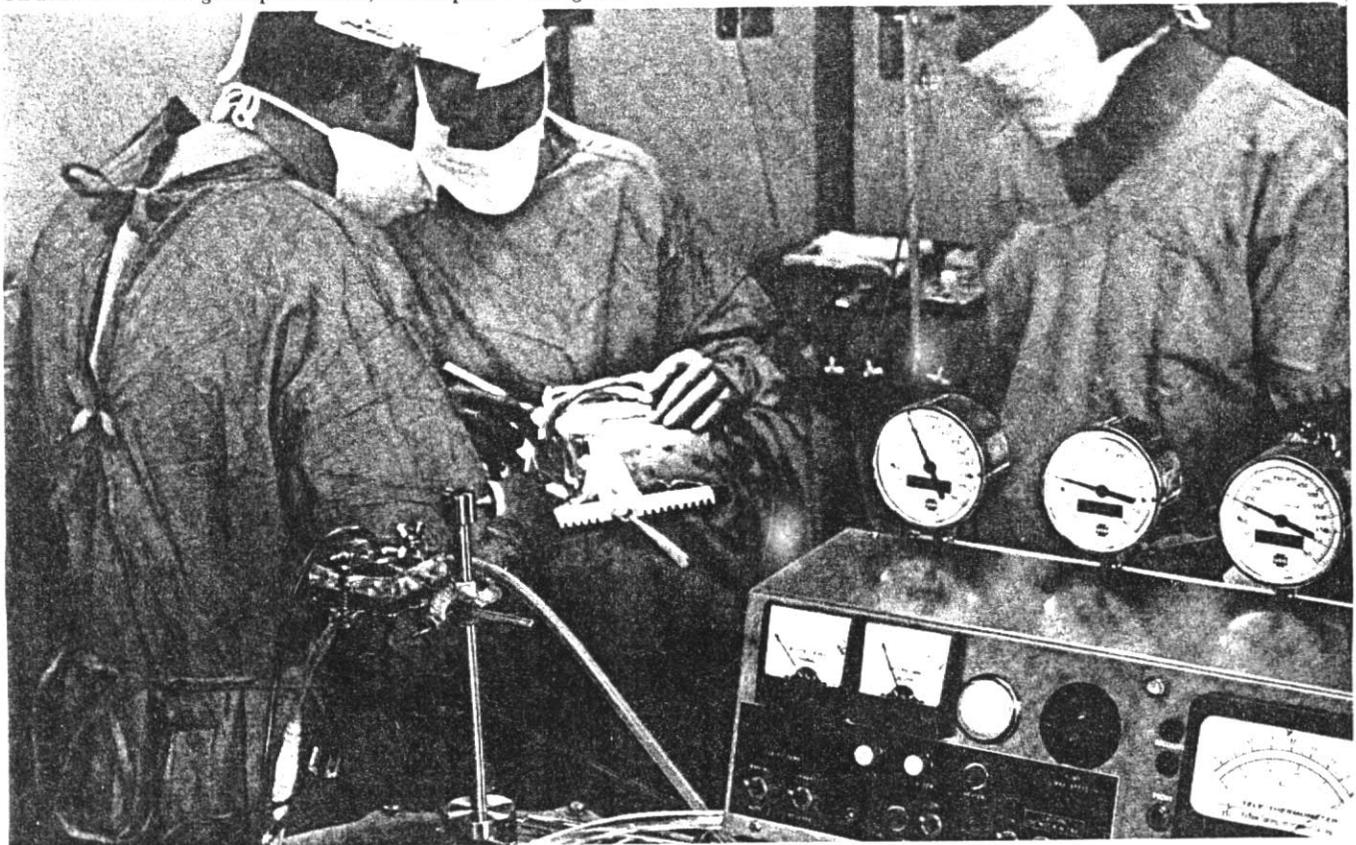
Se continuarán las investigaciones sobre el enriquecimiento proteico de maíz y frijol; el desarrollo de fórmulas de alto valor para la alimentación infantil y de las madres durante el periodo de gestación y lactancia y sobre procesos para producir alimentos básicos a menor costo. Con este propósito se experimentarán procesos de extrusión y se desarrollarán papillas altamente proteicas para niños menores de tres años. Se estudiará la conservación, procesamiento y empaque de alimentos a nivel familiar, almacenamiento y conservación de cualidades proteicas, y sistemas de preparación que permi-

tan rescatar en mayor medida las cualidades nutricionales de los alimentos. Se pondrá especial interés en los derivados del pescado.

Se conocen los agentes que provocan las enfermedades infectocontagiosas, pero no se han llevado los resultados de las investigaciones a las poblaciones rurales y marginadas, de manera que participen activamente en la prevención y atención temprana de estos padecimientos. Educar y capacitar a la población en el campo de la salud es uno de los objetivos inmediatos de acción de este Programa. Se aprovecharán todas las líneas de investigación que provienen de laboratorios, universidades y centros asistenciales, no solamente para la curación, sino también para instituir un sistema eficaz de medicina preventiva.

El riesgo perinatal de muerte o enfermedad, oscila entre el 8 y el 34% según la región del país. Este riesgo está determinado en gran medida por prácticas y actitudes de origen cultural. Para reducirlo, la investigación se orientará al

Un avance en la cirugía experimental, el transplante de órganos



desarrollo de técnicas preventivas, que modifiquen estas actitudes. También se continuarán las investigaciones sobre la producción de equipo de costo reducido para apoyar la práctica ginecoobstétrica en el campo.

La distribución demográfica de nuestra población —más de 90 000 poblaciones con menos de 2 500 habitantes en cada una de ellas— impide que se resuelvan los problemas de salud a través de mecanismos asistenciales tradicionales. Es un hecho bien conocido que el gasto destinado a la atención de enfermedades es siempre mayor que el que se pueda destinar a la preservación de la salud. Es propósito de este Programa estudiar los mecanismos para capacitar y educar en los servicios de salud al personal médico y al paramédico para llevar estos conocimientos a las zonas más apartadas. Se estudiarán también técnicas escolares y extraescolares y se aprovecharán medios de comunicación como los curanderos, yerberos, etcétera, después de una capacitación adecuada.

Los sistemas asistenciales para resolver los problemas de enfermedad y rehabilitación de la población son múltiples y muy complejos. A pesar del alto porcentaje del presupuesto nacional destinado a ello, el 40% de la población, la más necesitada y carente de recursos, no tiene atención médica adecuada. La investigación se orientará al conocimiento real de la demanda de servicios asistenciales y de rehabilitación que requiere nuestra población. Sólo a través de proyectos específicos de investigación en servicios de salud se podrá adecuar la oferta de servicios a la demanda social.

Actualmente nuestro país importa 700 millones de pesos al año de equipo indispensable para laboratorios de investigación, diagnóstico y atención de enfermedades. Se dará el apoyo necesario a las instituciones de investigación orientadas al estudio, diseño y mantenimiento del equipo instrumental.

Un problema importante para la salud es el de la contaminación ambiental. A esto se deben padecimientos pulmonares, gastrointestinales, cardiovasculares, mentales y genéticos. Se dará apoyo a la investigación de contaminantes, dando importancia al medio ambiente, aire,

ruido, agua potable y alimentos, con el fin de establecer los mecanismos necesarios para su control. Se hará un estudio integral de la contaminación atmosférica del Valle de México y de los medios para controlarla.

La tercera causa de muerte en México la constituyen los accidentes y la violencia. Esto es un factor importante de desorganización social y familiar, y afecta directamente la salud mental de la niñez. Se incrementará la ayuda a la investigación en las áreas sociológicas, psicológicas y antropológicas que nos proporcionan los elementos necesarios para establecer las medidas necesarias que aseguren una salud mental satisfactoria de la población y, principalmente, de la niñez mexicana.

La frecuencia de enfermedades crónico-degenerativas ha alcanzado niveles alarmantes. Estos padecimientos, además de ser los causantes más importantes de los fallecimientos en la edad adulta, son los responsables del mayor número de incapacidades físicas en el sector de la población que constituye el grupo productivo del país. Se continuará apoyando las investigaciones sobre la cirrosis hepática, padecimientos cardiovasculares, diabetes mellitus, y padecimientos neurológicos entre otros; también se dará atención al estudio de sus mecanismos y métodos de atención curativa y de rehabilitación.

A pesar de que la medicina herbolaria tiene una larga tradición ha permanecido al margen de la investigación farmacológica. En la actualidad se apoya a reducidos grupos de farmacología orientados en este campo de la ciencia. Se ampliará la ayuda a la investigación básica y la que se orienta al desarrollo de medicamentos.

Energéticos

El conflicto petrolero mundial de 1973 y la activación de la Organización de Productores y Exportadores de Petróleo inició grandes cambios en la distribución internacional del poder derivado del control sobre los energéticos. Algunos de estos cambios habían estado gestándose

desde hace tiempo, pero no fueron reconocidos hasta que en octubre de ese año la situación hizo crisis.

Estos acontecimientos han tenido secuelas muy importantes y su influencia continuará afectando la política y la economía mundiales. También han afectado notablemente los modelos de desarrollo y las metas del esfuerzo científico y tecnológico.

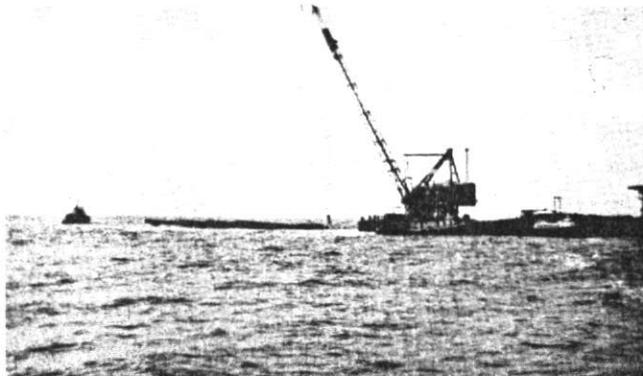
El consumo energético anual per cápita en México es aproximadamente de 7.8 barriles de crudo equivalente. Esta cifra es 5.2 veces menor que el promedio de los países desarrollados; 9.4 veces menor que el de los Estados Unidos, una y media veces menor que el promedio mundial, y cuatro veces mayor que el promedio de los países subdesarrollados. Durante 1977 el consumo de energía en México fue de 501 millones de barriles de crudo equivalente, de los cuales 85.7% fueron aportados por los hidrocarburos. La hidroelectricidad proporcionó el 9%, el carbón 5% y la geotermia 0.3%.

En el periodo 1965-1977 el consumo de energía creció 6.7% anual.

Aun si continuara el desarrollo de los recursos hidráulicos, geotérmicos y carboníferos disponibles, y se impulsara el aprovechamiento de la energía solar, los hidrocarburos serán todavía en el año 2000 la fuente principal de energía primaria, con una participación del 88% si no hay programa nucleoelectrico, o de 80% si se desarrolla un programa de 20 000 megawatts. En este último caso las contribuciones porcentuales de las otras fuentes de energía serían: nuclear 12%, hidroelectricidad 4.9%, carbón 2.6%, geotermia 0.5%.

Si aceptamos como pronóstico a largo plazo el promedio de las estimaciones al año 2000 propuestas por las dependencias del sector energético, la demanda energética total será de unos 2 794 millones de barriles de crudo equivalente anuales (7.65 millones de crudo equivalente diarios), o sea más de 5.5 veces la demanda total de energía en 1977.

Las reservas probadas de petróleo crudo, gas natural y líquido de gas, al 30 de julio de 1977 eran de 20 200 millones de barriles, las reservas probables eran de 37 000 millones y las poten-



Instalaciones petroleras en aguas mexicanas

ciales de 200 000 millones de barriles. Independientemente del valor de la relación reservas/producción es necesario planificar el consumo de hidrocarburos porque alcanzan un valor agregado mucho más alto en la industria petroquímica. Como combustibles, han sido subvaluados y su bajo precio ha propiciado el desperdicio. Su exportación planificada debería financiar el desarrollo de fuentes alternativas de energía, por el alto valor estratégico del producto.

El perfeccionamiento de las técnicas de recuperación y transformación del petróleo y del gas natural aumentaría sustancialmente la cantidad de petróleo y gas que puede extraerse de los yacimientos. Se investigarán entre otras las propiedades básicas de yacimientos, catálisis, fisicoquímica y termodinámica aplicada.

Las tecnologías para el uso de la energía fueron desarrolladas en una época en la que se dispuso de hidrocarburos baratos, lo que se refleja en la baja eficiencia de numerosos sistemas para su uso final. En México, y en otros países en desarrollo, el consumo superfluo aumenta el derroche de estos recursos.

En las industrias que utilizan grandes cantidades de energía, el bajo precio de ésta pospuso durante mucho tiempo la aplicación de medidas de ahorro. Para atender estos problemas se harán investigaciones sobre distribución de energía eléctrica, funcionamiento térmico de plantas generadoras y economía de la energía.

El objetivo prioritario del esfuerzo científico y tecnológico en el sector energético será disminuir la dependencia excesiva de los hidrocarburos.

ros como fuente de energía. Se apoyarán las investigaciones en energía nuclear, solar, geotermia y carbón.

Se investigará qué elementos científicos y tecnológicos podrían permitir la transición de un sistema social y económico basado en la quema de combustibles fósiles, a uno basado en energéticos renovables, y cuáles son sus costos sociales. La magnitud y complejidad de este esfuerzo y la importancia de los recursos científicos y tecnológicos que deben ponerse a disposición del país, harán que fructifique solamente si se le considera como un objetivo nacional de la mayor prioridad. Las secciones de fuentes avanzadas de energía solar incluyen propuestas en esta área.

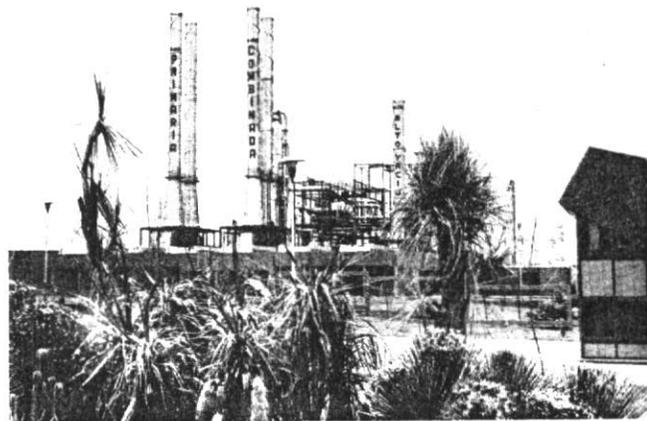
La complejidad técnica del sector, el rápido ritmo de innovación y los enormes recursos materiales y económicos necesarios, harán imposible cualquier pretensión de autosuficiencia en este campo.

En algunas ramas de las industrias petrolera y eléctrica, y en la explotación de energía geotérmica, México está relativamente avanzado. Conforme se consoliden los grupos de investigación se definirá qué investigaciones pueden desarrollarse internamente y qué tecnologías deben adquirirse en el extranjero y adaptarse a las condiciones del país.

Los 60 proyectos de investigación en energéticos que se presentan en este documento están agrupados en los siguientes sectores: Petróleo y gas (14); Energía eléctrica (13); Energía nuclear (12); Energía solar (12); Energía geotérmica (5); Carbón (2) y Economía de la energía (2). Integran un total de 26 programas. El Instituto Mexicano del Petróleo llevará a cabo por cuenta suya alrededor de 500 programas de investigación que aquí no se describen.

Industria

Para un país que busca la autodeterminación tecnológica, que es la capacidad de tomar decisiones que definan nuestro futuro desarrollo con



Industria petroquímica.

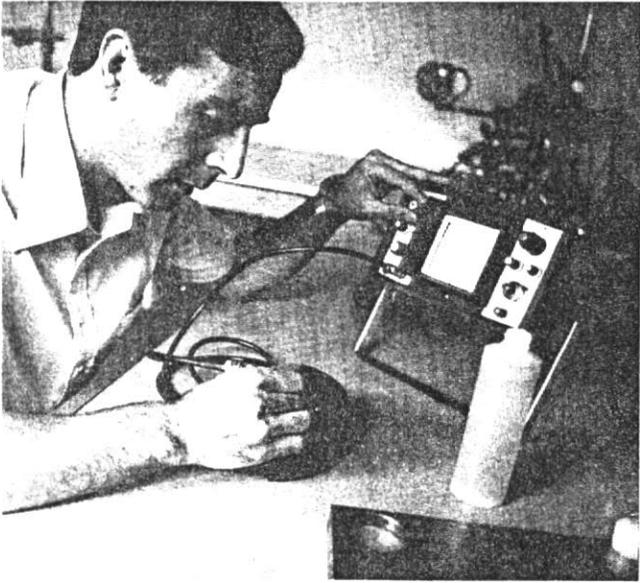
independencia, es indispensable el desarrollo de la ingeniería básica y los servicios de información. El crecimiento económico que se prevé para los próximos años en las industrias petrolera, petroquímica y minera, demanda la expansión acelerada de los servicios de ingeniería básica.

De acuerdo con encuestas recientes realizadas por empresas productoras de estos servicios, la ingeniería básica nacional cubre sólo el 15% de la demanda en el país, y el resto se importa. La oferta interna de estos servicios atiende preferentemente al sector de bienes de consumo no duraderos y algunos aspectos de la producción de bienes intermedios en particular en la industria química y petroquímica.

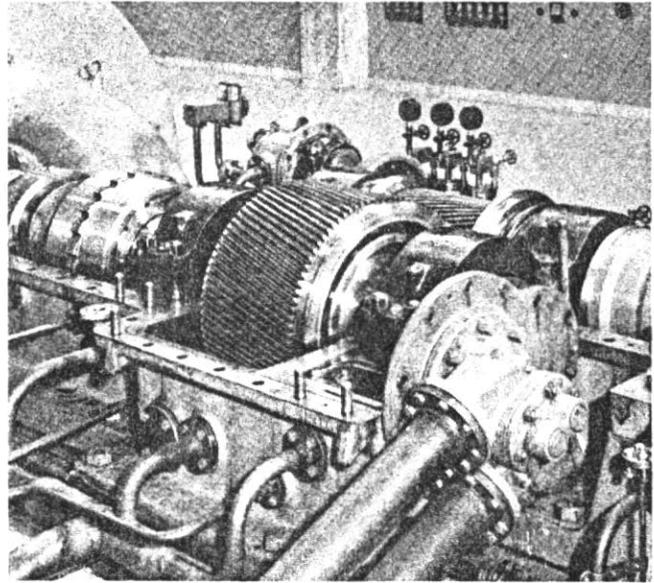
Se investigarán la oferta y la demanda de los servicios de ingeniería y consultoría. Se vinculará a las empresas que prestan estos servicios con las instituciones de investigación para que de manera conjunta resuelvan necesidades planteadas por el sector industrial. También se elaborarán normas y procedimientos técnicos para diseñar y ejecutar proyectos de complejos industriales.

Los servicios de información industrial han crecido con lentitud. Para fortalecerlos se aumentará el equipo para el procesamiento de datos y difusión de información, se desarrollarán subsistemas por ramas industriales y se ampliará el sistema de asesoría técnica a la pequeña y mediana industria.

Las fuertes inversiones estatales en petróleo,



Prueba no-destruccion de ultra sonido. SM CIAT de México



Turbina de gas con engranes de dientes nitrurados

minería y metalurgia realizadas y programadas provocarán una creciente demanda de bienes de capital. El 40% aproximadamente del total de nuestras compras al exterior lo constituyen los bienes de capital. Alrededor del 64% de las empresas productoras de estos bienes compran tecnología extranjera. No se cuenta con ingeniería básica local pero sí con los equipos que permitirán iniciar la producción en una escala adecuada. Estos equipos, prensas dobladoras de gran tamaño, mandriladoras, roladoras gigantes, grúas de 100 toneladas, rectificadoras de perfil, instalaciones de pruebas eléctricas de alta tensión y cubas de impregnación gigantes entre otros, están subutilizados. Además, lo reducido de la producción y los múltiples diseños y modelos que se solicitan al fabricante dificultan la normalización, y no permiten escalas económicas.

Se continuarán apoyando las investigaciones sobre modelos y escalas de producción en función de la estructura del mercado interno y en coparticipación con las empresas productoras. Se utilizará también la demanda del sector público como un indicador sobre prioridades en el desarrollo de prototipos, iniciándose los trabajos con el diseño de equipos de perforación para agua y petróleo, locomotoras, y generadores de

gran potencia, entre otros.

En la minería el gasto en investigación aplicada y desarrollo experimental ha crecido considerablemente en los últimos años. Sin embargo, no existe un programa integrado de investigación en exploración, explotación y transformación. Se planeará y coordinará la investigación para apoyar el desarrollo de la minería.

La mayoría de las industrias de fundición carecen de laboratorios químicos y metalográficos para control de calidad y su consumo de energéticos es elevado. En los talleres pequeños es ineficiente el control de emisiones y polvos contaminantes. Además, no se han podido evitar los fenómenos de corrosión en los productos procesados.

Se seguirá realizando investigación en desarrollo de procesos de fundición para bajar costos, mejorar y utilizar en mayor medida la capacidad instalada, especialmente en productos de hierro y acero. También se continuará la búsqueda de sustitutos a minerales escasos y se estudiarán aleaciones que reemplacen a los actualmente utilizados.

La tecnología para la industria automotriz y de maquinaria agrícola que proviene en su totalidad de las casas matrices repercute en altos

costos porque se orienta a grandes volúmenes de producción y a la diversificación de modelos. La investigación y adaptación que se hace en el país resuelve exclusivamente problemas particulares de mantenimiento y adaptaciones menores de algunos procesos de producción.

Se realizarán estudios sobre técnicas de producción para mercados de bajos volúmenes, que propicien un mayor número de empleos y el uso de materias primas locales. Se diseñarán principalmente implementos agrícolas y unidades de transporte de carga y pasaje.

La adaptación y el desarrollo tecnológico en electrónica se han orientado en un 90% a la industria de bienes como radio, TV, juguetes, etcétera, y no han apoyado de manera suficiente el desarrollo de instrumentos para la producción y la investigación.

Se ampliará la investigación electrónica al desarrollo de partes y componentes para la industria de telecomunicaciones, instrumentos y equipo para la medicina, control de calidad e investigación científica.

Se realizarán investigaciones en la industria textil, de la piel y de calzado que favorezcan la demanda de mano de obra y de insumos locales abundantes. Se seguirá investigando la adaptación, conocimientos y dominio de la tecnología ya importada, y se desarrollarán nuevos procesos y tecnologías de curtidos.

En la industria farmacéutica se seguirá apoyando la investigación para reducir la importación de materias primas, especialmente para vacunas y medicamentos de alto consumo. Estos estudios se complementan con las investigaciones sobre fármacos y sus efectos en la salud, que se describen en los programas de las áreas prioritarias de investigación básica en biología, nutrición y salud.

El aumento de las exportaciones depende del volumen y calidad de la producción. Se continuarán los estudios de control de calidad y normalización básica en todas las ramas industriales en coordinación con los comités consultivos de normalización de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial. Se utilizará la capacidad de compra del Gobierno Federal para mejorar la calidad de la producción nacional.

Construcción, Transporte y Comunicaciones

El crecimiento de la industria de la construcción es un reflejo directo del nivel general de la actividad económica. En México, la construcción representa más del 50% de la inversión bruta anual en capital fijo, demanda una gran cantidad de insumos de otras industrias, como la totalidad de la del cemento, aproximadamente la mitad de la producción siderúrgica y da empleo a una gran parte de la mano de obra de baja calificación. Para 1978 se estima que dará empleo a cerca de 850 mil trabajadores.

Se continuarán las investigaciones sobre la infraestructura de carreteras y aeropuertos que aprovechen los materiales locales disponibles y se realizarán estudios sobre diseño estructural. Se continuará el estudio de la dinámica de suelos y diseños de cimentaciones, el comportamiento de suelos compactados, procedimientos constructivos y tecnología de materiales en obras hidráulicas.

La tecnología en construcción de vivienda popular y sistemas de financiamiento requieren urgente atención para ofrecer opciones a los sectores más desfavorecidos. Se estima que más de la mitad de las viviendas del país son autoconstruidas. La investigación en vivienda se orientará a desarrollar tecnologías propias, intensivas en mano de obra y de bajo costo para apoyar la autoconstrucción de la vivienda popular. Se diseñarán sistemas de financiamiento en la producción de viviendas de bajo costo y se estudiará el suministro de servicios de urbanización.

En materia de transportación terrestre, aérea y fluvio-marítima es posible disminuir los pagos al exterior por compra de equipo, tecnología y mantenimiento.

Se incrementará la capacidad tecnológica del sistema ferroviario mediante estudios de los sistemas operativos, de infraestructura, de calidad y eficiencia del equipo y de técnicas de control. Se continuará estudiando la factibilidad de electrificación de las principales vías del sistema y la creación de una nueva terminal ferroviaria en el

Valle de México. Se impulsarán los estudios para la fabricación nacional de equipo de transporte.

La actividad portuaria en el país se ha incrementado considerablemente, lo que crea problemas de tráfico y administración. Se proseguirán las investigaciones sobre corrientes oceánicas, conocimiento indispensable para el mejoramiento y construcción de puertos y transportación marítima.

El país dispone de cerca de 3.8 millones de teléfonos y una red de 160 000 km de líneas telefónicas, pero su crecimiento ha beneficiado en mínima medida a áreas rurales. Se intensificarán los estudios para ampliar la cobertura de las comunicaciones al medio rural, las investigaciones para el diseño de redes de datos, tecnología de la comunicación y diseño y desarrollo de prototipos de nuevas terminales de abonado para cubrir las necesidades en el medio rural.

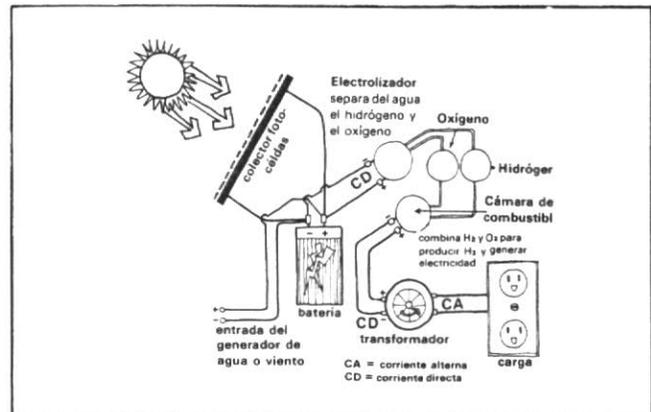
La actividad sísmica en México es intensa y algunas regiones están expuestas a altos riesgos meteorológicos. Se continuará el apoyo a la investigación de técnicas de pronóstico, vulnerabilidad, alertamiento de desastres, y al diseño de infraestructuras antisísmicas.

Se continuarán los estudios para unificar el sistema de telecomunicaciones con el meteorológico, los de estimulación de la lluvia, el desarrollo de modelos de predicción numérica a corto plazo y el de modelos termodinámicos de predicción a largo plazo.

Se estudiará el uso de la tecnología espacial como los satélites de percepción remota, meteorológicos, de comunicación y científicos. Se apoyará el estudio de técnicas de interpretación de sistemas de información, para la localización de recursos naturales, previsión de huracanes y modificaciones del clima, entre otros.

Desarrollo social

La investigación en economía, sociología, educación, demografía, antropología y otras disciplinas sociales, ha logrado importantes contri-



Sistema compuesto para el aprovechamiento de energía no convencional

buciones en el análisis de los problemas que se plantean en la sociedad mexicana. Problemas como la crisis económica y de desempleo; problemas educativos, de urbanización y crecimiento demográfico, y de las tensiones sociales que todo esto produce se han estudiado, pero aún falta un mayor esfuerzo en los enfoques interdisciplinarios.

El nivel de escolaridad, que se estima actualmente en un poco más de tres años en promedio, el analfabetismo en 25%, y la alta deserción escolar, obstaculizan el empleo de los recursos humanos. La mayor parte de los esfuerzos de investigación en educación se han orientado a examinar el funcionamiento del sistema educativo, su eficiencia interna y, en general, a los problemas de la demanda educativa y expansión de la cobertura. En menor grado se ha atendido la adecuación del sistema educativo a los problemas y necesidades del país y se requiere de mayor esfuerzo en el desarrollo de métodos y medios educativos distintos a los de la educación formal.

La investigación en educación incluye estudios de modelos para precisar y armonizar la secuencia técnico-pedagógica entre los diferentes grados de la educación básica. Se investigarán nuevos métodos de enseñanza, aprendizaje extraescolar y de aquellos que contribuyen a elevar el rendimiento escolar, así como diseños de programas permanentes de actualización para los maestros. Se estudiará la magnitud, causas y problemas del aprendizaje y enseñanza de niños atípicos.

Se analizará la relación entre la calidad de la educación y la demanda de recursos humanos, estudiando la adecuación de los ciclos educativos que favorezcan la incorporación del educando al mercado de trabajo, con énfasis en la educación para grupos marginados.

La estructura económica no proporciona el número adecuado de empleos ni fuentes permanentes de ingreso a toda la población activa. Se carece aún de investigaciones que profundicen sobre las características de esta población y las fluctuaciones y tendencias en el nivel de ocupación.

Se continuarán estudios sobre la rotación ocupacional, la duración del empleo, y planes de inversión para aumentar la demanda de mano de obra. Se estudiará también la influencia de varios instrumentos de política sobre el nivel de ocupación. Estas investigaciones suministrarán resultados para formular políticas de empleo, salarios mínimos y negociaciones laborales en general.

Los aspectos físicos de la utilización de trabajo y capital permanecen poco estudiados. Se estudiarán los procedimientos de decisión sobre el uso de trabajo y equipo en empresas de distintos tamaños, los niveles de capacidad utilizada y el efecto de la capacitación de la mano de obra en la producción. Se examinarán también técnicas de medición y control productivo y las demandas indirectas de trabajo, capital y materias primas.

Se formularán modelos de simulación para determinar las consecuencias económicas de diversas opciones de explotación de recursos naturales y del desarrollo regional.

Se estima que cerca del 50% de la población no alcanza los niveles mínimos de bienestar. Se harán análisis microeconómicos del poder adquisitivo del salario, la estructura del gasto familiar y el consumo de la población marginal.

El crecimiento de la población y distribución de los asentamientos humanos influyen sobre los principales aspectos del desarrollo socioeconómico y de la calidad de la vida. La alta tasa de crecimiento demográfico, del 3.2% anual, la urbanización rápida y concentrada, con un crecimiento del 5% anual y la fuerte dispersión de la población rural, más de 80 000 localidades de

menos de 1 000 habitantes, obstaculizan el desarrollo social.

Asimismo, la falta de correspondencia entre la distribución de la población y la de los recursos naturales explotables; las diferencias entre el ingreso urbano y rural, y las carencias de servicios públicos en este último ámbito, propician las fuertes corrientes migratorias del campo a la ciudad. El 60% de la migración se dirige a las áreas metropolitanas de la ciudad de México, Monterrey y Guadalajara.

Se continuarán los estudios de las relaciones entre población y desarrollo en cuanto a la distribución del ingreso y los mercados de trabajo y la dinámica demográfica en el sector agrícola. Se estudiarán factores que influyen en la fecundidad y nuevos métodos para evaluar la planeación familiar en el crecimiento demográfico, así como las causas y consecuencias de la migración internacional.

Se seguirán apoyando los estudios sobre el proceso de metropolización, en particular el de la ciudad de México, y las estructuras, funcionamiento y regulación en ecosistemas urbanos. Se investigará sobre la transformación del suelo rural en suelo urbano y el efecto social de la inversión pública en los centros de población.

La estructura y las relaciones de la familia son un fenómeno poco estudiado que requiere mejor conocimiento. Se realizarán estudios sobre la evolución de la estructura familiar, las relaciones entre hijos y padres, y entre los hermanos, así como las causas sociales del pandellerismo, la delincuencia juvenil y la violencia familiar.

El turismo nacional constituye un factor de cultura, esparcimiento y desarrollo económico regional. Se investigará el potencial de grandes centros turísticos de diversas regiones del país y, en particular, sobre el turismo popular en zonas rurales y urbanas.

Las condiciones de trabajo, la productividad, la seguridad y participación del trabajo en problemas económicos de la empresa tienen fundamento en la organización laboral. Se investigarán la estructura y evolución sindical en las ramas agrícolas e industriales, aspectos psicosociales del trabajo y el proceso de negociación sindical.

Administración Pública

Por el número y complejidad de las necesidades tecnológico-administrativas, en los últimos años la administración pública se ha constituido en disciplina de investigación por derecho propio. Mediante la aplicación de ciencia, tecnología y recursos humanos especializados, el sector público atenderá con eficacia desde problemas de tráfico hasta la administración de justicia o el diseño de una política monetaria. El sector público utiliza cada vez más procedimientos electrónicos e ingeniería de sistemas en el control de operaciones. De las consultas con el sector público y la comunidad científica surgieron demandas y ofertas técnicas vinculadas con los objetivos de la reforma administrativa en marcha.

La carencia más sobresaliente concierne al diseño de políticas, en particular en materia financiera y de crédito, por su retraso en la investigación y la falta de sistemas de información. Ante los fenómenos inflacionarios de los últimos años y la necesidad de coordinar nuestro sistema financiero a las instituciones internacionales, han surgido nuevas áreas de investigación que hasta ahora permanecen desatendidas.

Se realizarán investigaciones en intermediación financiera, emisión de valores, y criterios y mecanismos de asignación de crédito. se han formulado también proyectos para investigar mecanismos oficiales de comercialización y precios, y políticas de compras del sector público.

El suministro de servicios de salud ha adquirido gran complejidad, tanto por el aumento en la población atendida como por las necesidades de mejorar los servicios, eliminar desperdicios y descentralizar la administración. Lo más importante, sin embargo, es que el concepto mismo de servicios de salud ha cambiado: se empieza a reorientar al usuario hacia una mayor participación y decisión cuidadosa sobre el uso de servicios y medicamentos. El sector educativo manifiesta también problemas de administración y control presupuestal cuya solución permitiría aumentar la cantidad y calidad de los

servicios y mejorar su distribución regional.

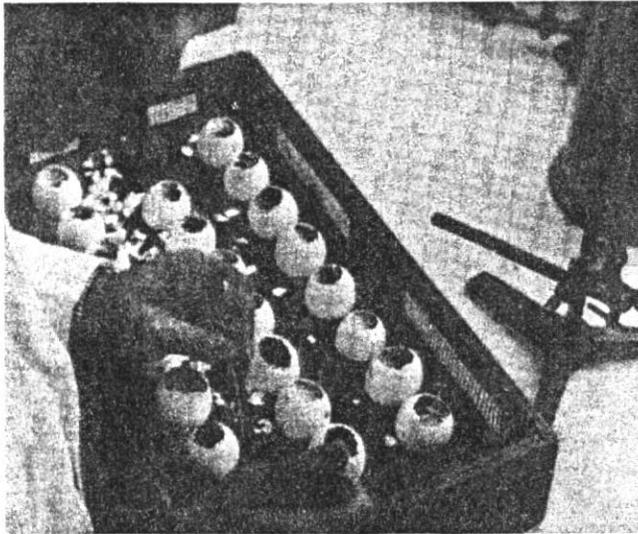
Se han formulado programas para estudiar la administración de servicios de salud y educación, su disponibilidad, acceso y calidad, entre otros. Se estudiará también el desarrollo de métodos de control presupuestal y contables, control de personal y asignación óptima de recursos.

Otro renglón atendido es el de rehabilitación social y el manejo del sistema penitenciario, donde se observan elevado hacinamiento de reos, diseños inadecuados de centros de reclusión, y carencias de investigación psicológica sobre la rehabilitación y control de internos.

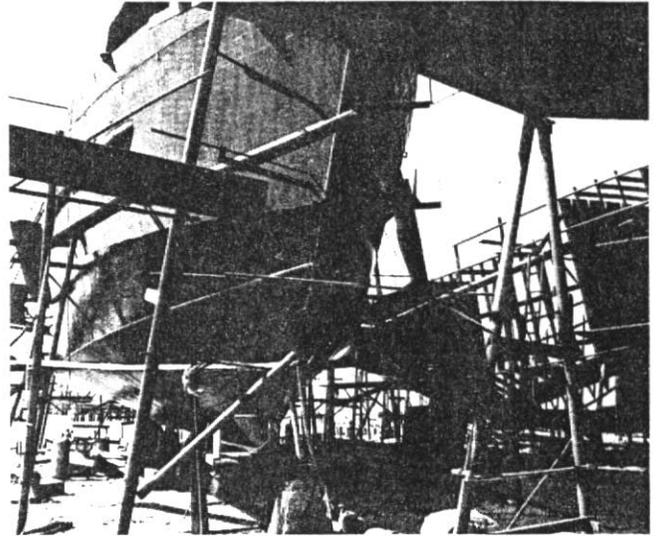
El sistema de transporte presenta fallas notables de organización y asignación de servicios en el territorio nacional. Esto ocasiona anualmente pérdidas, distribución inoportuna de mercancías, retraso en los servicios de pasajeros, congestiones de tráfico en las ciudades y accidentes. Es posible aumentar la eficacia de los transportes de carga mediante el desarrollo de tecnología administrativa y de control. Se investigará la aplicación de la ingeniería de sistemas y modelos de simulación al diseño de esquemas de control nacional de planos de tráfico y al estudio de flujos y densidades. Se estudiarán formas para mejorar los servicios y la integración entre los sistemas urbanos y suburbanos; el suministro de equipo; la reglamentación de las condiciones de operación y los niveles de seguridad.

En materia portuaria los estudios comprenden la disponibilidad de bodegas, equipos de maniobras y sistemas de despacho de naves y la integración de puertos con los sistemas de transporte terrestre. Se han formulado también proyectos sobre el funcionamiento de aeropuertos y control de tráfico aéreo.

Se ha formulado un programa de investigación en materia de legislación y justicia. En esta área se carece de estudios técnicos para la configuración de delitos, y de métodos de detección y sistemas de documentación. Existen deficiencias en la interpretación de la ley y fuertes rezagos en los procedimientos de consignación. Se realizarán investigaciones en cada uno de estos aspectos y se estudiarán el derecho procesal, el juicio de amparo y otros aspectos de la ley y sus consecuencias.



Huevos de gallina inoculados con muestras de vacunas



Construcción de barcos en México

Mecanismos de vinculación del Programa

El enlace entre el Gobierno, las instituciones de enseñanza superior e investigación y el sector productivo es la base de la estrategia de desarrollo científico y tecnológico adoptada en este Programa.

La ejecución del presente Programa exige que el CONACYT emprenda dos nuevas acciones: 1) Ampliar la vinculación del Sistemas de Ciencias y Tecnología, que comprende las instituciones cuyo propósito es descubrir, transferir y promover conocimientos, con los sectores productivos, el Gobierno Federal, los gobiernos estatales y municipales, y 2) Dar mayor énfasis al desarrollo tecnológico, hasta ahora virtualmente desatendido.

Corresponde al Consejo, con los grupos e instituciones científicas y tecnológicas, vincular programas y proyectos, señalar políticas y actividades prioritarias en investigación e infraestructura y apoyar la formación de recursos humanos. Este Programa orientará el gasto nacional en ciencia y tecnología, coordinará los diferentes sectores e instituciones donde se realizan programas y proyectos, definirá la política de formación de investigadores de alto nivel, técni-

cos y especialistas, y determinará el carácter de la cooperación internacional.

Se establecerá una conexión permanente entre la industria y los centros de investigación para llevarles contratos y subsidios, a fin de que puedan proporcionar la información y prototipos con la oportunidad y característica que la industria requiera.

Para la ejecución de este Programa se modificarán algunos de los procedimientos que tiene en operación el Consejo y se ampliarán los convenios establecidos con instituciones de investigación.

Para la realización de sus tareas, el CONACYT ha utilizado hasta ahora los siguientes mecanismos:

—*Programas Indicativos.* Son instrumentos de planificación, programación y asignación de recursos a objetivos y metas predeterminadas de interés nacional.

—*Comités de Ciencia y de Consulta Específica.* Son el enlace permanente entre la comunidad científica y el Consejo. Sus integrantes, científicos del más alto nivel, asesoran en la evaluación de los proyectos de investigación que solicitan apoyo.

—*Grupos Consultivos.* Localizan demandas tecnológicas del sector industrial en ramas específicas, por ejemplo las industrias química y electrónica. En estos grupos participan empresas públicas y privadas, organismos financieros,

instituciones de investigación y firmas de ingeniería.

—*Convenios de Cooperación Científica y Técnica Internacional.* Promueven la vinculación entre la oferta de recursos internacionales y las necesidades nacionales y, a la inversa, ofrecen asistencia técnica a los países que la requieren.

Para realizar las metas del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología 1978-1982, además de los mecanismos anteriores el CONACYT tendrá que ampliar y fortalecer algunos de los ya existentes y crear otros.

Entre los que se propone fortalecer figuran:

—*Grupo Interinstitucional de Programación y Presupuestación Sectorial en Ciencia y Tecnología.*

Con el objeto de que estos Grupos, que ya existen, puedan realizar con mayor eficiencia sus funciones, se propone, de acuerdo con la recomendación formulada por la UNESCO a sus Estados miembros, que en las formas de programación y presupuestación de la Secretaría de Programación y Presupuesto aparezca el concepto ciencia y tecnología como una función específica, ya que en la actualidad no aparece como tal.

Algunos países de América Latina la han incorporado en la elaboración de los presupuestos de sus instituciones gubernamentales; ejemplo de ello son Argentina en 1972, Brasil en 1976 y Colombia el año pasado.

Para que estos Grupos interinstitucionales operen con mayor eficiencia se propone que la asignación de incrementos presupuestales para nuevas acciones en ciencia y tecnología, que según nuestras proyecciones deberán ser cuantiosas, se basen en este Programa.

—*Centros Regionales de Investigación y Asistencia Tecnológica.* Estos fueron creados por el Consejo para proporcionar servicios de asistencia técnica a la pequeña y mediana industria y desarrollar trabajo de investigación aplicada a partir de necesidades de producción específica.

Además de fortalecer los ya existentes será necesario promover la creación de otros que respondan a las necesidades de diversas regiones del país.

—*Oficina de Despachos Aduanales de la Comunidad Científica.* Gracias a las facilidades que la Secre-

taría de Hacienda y Crédito Público ha brindado a la comunidad científica a través del CONACYT, el otorgamiento de franquicias, dispensas y la gestión de trámites aduanales, se verá complementada con una amplia campaña de difusión sobre las formas en que se puede auxiliar a la comunidad científica para la importación de materiales indispensables y equipo para la realización de sus investigaciones.

—*Convenios entre los Sectores Productivos, Público y Privado, y las Instituciones de Investigación.* Estos convenios servirán para proporcionar recursos adicionales a los centros de investigación y realizar proyectos sobre problemas nacionales prioritarios.

Ejemplo de esto es el convenio recientemente firmado entre el CONACYT y la Asociación Nacional de Fabricantes de Medicamentos, a fin de promover y cofinanciar investigaciones sobre productos farmacéuticos.

—*Servicios Centrales de Instrumentación y Laboratorios.* El trabajo científico con frecuencia se retrasa porque no hay en el país equipo y personal preparado para dar servicio de mantenimiento y reparación al instrumental. Muchos aparatos sólo pueden ser reparados por especialistas de los que no se dispone, además de que en muchas ocasiones se carece de las instalaciones para proporcionar servicios. La falta de los mismos en mantenimiento y reparación ha provocado también un aumento de las importaciones y del equipo ocioso.

Se propone ampliar las acciones de los Servicios Centrales de Instrumentación y Laboratorios, que dan servicios de mantenimiento y reparación del equipo científico y técnico, y que forman también personal capacitado que se emplea en distintas instituciones del país.

Por último, el Programa propone crear el siguiente mecanismo:

—*Comités Intersectoriales de Programación en Ciencia y Tecnología.* Estos comités estarán formados por los usuarios y oferentes de ciencia y tecnología de diferentes sectores y entre otras funciones tendrán la de mantener actualizado este Programa Nacional; enriquecerlo con la incorporación de nuevos programas y proyectos de investigación; supervisar su marcha y evaluar los avances y resultados parciales.