

CAPITULO VIII

POLITICAS SECTORIALES PARA EL DESARROLLO TECNOLOGICO

1. Alimentación.

A. Situación actual.

Es extraordinariamente importante lograr una producción y disponibilidad de alimentos para el consumo humano que asegure un nivel nutricional aceptable, eliminando, de esta manera, el fenómeno del hambre y de la desnutrición, que afecta sobre todo a los grupos marginados. De una adecuada alimentación depende no solamente la vida individual sino también la estabilidad social y económica de la nación. Además, un grado razonable de autosuficiencia en alimentos se considera como una de las condiciones básicas de la verdadera independencia de un país.

Para poder asegurar los alimentos necesarios para toda la población, es preciso considerar este sector —en términos económicos y sociales— como un conjunto de actividades que abarque la producción, el procesamiento, la conservación, el transporte y la comercialización de las materias que, con distinto grado de elaboración, se utilizan en la alimentación humana.

La complejidad de los procesos a que son sometidas las sustancias potencialmente alimenticias en las fases anteriores a su consumo final varía notablemente de acuerdo a los patrones culturales y sociales, y al grado de modernización y urbanización de una sociedad. También son muy complejas las técnicas y los mecanismos de distribución por la característica perecedera de los alimentos no procesados y por la lejanía de las fuentes de producción primaria (actividades

agrícolas, ganaderas y pesqueras) de los centros de consumo, particularmente en los países con un territorio extenso y accidentado como México. Finalmente, el estudio de los efectos biológicos y sociales de la alimentación involucra una serie de ciencias tanto exactas como naturales y sociales.

La investigación científica y tecnológica en el sector alimentario así definido tiene varias facetas que corresponden: a la producción de alimentos básicos y de otros insumos primarios; a los procesos siguientes en particular procesamiento y conservación; a las técnicas y mecanismos de distribución de los alimentos, incluyendo almacenamiento, transporte y comercialización; y, finalmente, a los efectos biológicos y sociales de la alimentación.

La adopción de un enfoque científico y tecnológico adecuado a la problemática de este sector se hace particularmente difícil por la diversidad de las actividades y funciones que comprende. Se trata de un sector de importancia claramente prioritaria y que tiene múltiples efectos socioeconómicos, por cuanto condiciona el bienestar de la población, su productividad económica y social, y la salud pública. Su interrelación con las principales actividades productivas exige una coordinación estrecha de las políticas de alimentación, y de las actividades científicas y tecnológicas necesarias para su apoyo, con las políticas para el sector primario y la industria. La clase de problemas que plantea el sector alimentación al sistema científico y tecnológico está grandemente influida por el tipo de desarrollo económico vigente, y por las

características regionales y locales específicas que definen los hábitos de producción y consumo de alimentos de distintos grupos sociales. Por último, es necesario agregar que la heterogeneidad del sector exige ser enfrentada con un enfoque multidisciplinario de investigación.

La disponibilidad de alimentos en el país ha crecido en los últimos años a un ritmo más lento que la población. La producción de alimentos creció a una tasa promedio anual de 2.29% entre 1965 y 1970, y en el período 1970—1972 lo hizo a una tasa del 0.8%. En cambio, en los períodos citados, la población aumentó a tasas que fluctúan entre el 3.33% y el 3.47% anual. La disminución de la oferta de alimentos por habitante ha afectado, como es obvio, especialmente a la población de menores ingresos.

Debido al estancamiento de la oferta nacional de productos alimenticios básicos y primarios y al aumento de la demanda, hubo necesidad de recurrir a la importación, en cantidades cada vez mayores. De 487 millones de pesos que representaba el valor de las importaciones de alimentos y bebidas como promedio anual en 1960—1969 (en moneda corriente), se pasó a 2 140 millones de promedio anual en el período 1970—1973. No obstante el fuerte incremento de las importaciones, la disponibilidad *per cápita* de alimentos de consumo popular tiende a disminuir.

Una contribución importante a la solución del problema actual puede provenir del aumento a corto plazo de la producción nacional de alimentos, con el objetivo de alcanzar la autosuficiencia del país en este rubro. El logro de tal objetivo dependerá, en gran medida, de la coordinación operativa de las acciones del sector alimentación con las metas propuestas para las actividades que le sirven de base, fundamentalmente las actividades agrícolas, pecuarias y pesqueras.

Sin embargo, esta medida no basta por sí sola. Entre los propósitos de un programa coordinado de acción habría que colocar el acento, con carácter prioritario, en el incremento de la disponibilidad de productos alimenticios en el sector rural de autoconsumo y en la distribución con criterio social de los aumentos de producción comercializable, con el fin de beneficiar a los grupos marginados y malnutridos de la población. Una política que propicie la creación de empresas agroindustriales productoras de alimentos y una mayor intervención estatal en la producción y comercialización de estos productos puede producir también resultados positivos a corto plazo.

La mayor disponibilidad de alimentos no se traduce por sí sola en una mejoría del estado nutricional de la población, pues los productos se distribuyen y consumen de acuerdo a la distribución del ingreso, la cual presenta una concentración excesiva. Según los últimos datos censales, el 72.5% de la población rural y el 33.6% de la urbana tuvo en 1970 ingresos mensuales inferiores a mil pesos por familia. Es este sector mayoritario de la población el que debería alimentarse mejor. Por lo tanto, el punto de partida de una política realista en materia de alimentación consiste en procurar el incremento sustancial de la capacidad adquisitiva de estos grandes grupos de menores ingresos. La información disponible sobre la situación alimentaria del país indica que por lo menos las dos terceras partes de la población tiene una dieta insuficiente.

Las investigaciones efectuadas demuestran la existencia de diversos tipos dietéticos, influidos por la economía de subsistencia que caracteriza los sectores campesinos tradicionales, por la distribución desigual del ingreso y por el fenómeno de transculturación, que provoca la coexistencia de patrones culturales diversos.

En el tipo de dieta indígena predomina el consumo de maíz, el cual se complementa con pequeñas cantidades de frijol y otros alimentos producidos localmente; los alimentos de origen animal son consumidos sólo de manera ocasional. Es una dieta hipocalórica e hipoprotéica, que presenta además otras deficiencias específicas; se localiza en las zonas rurales, particularmente entre la población autóctona.

Un segundo tipo de dieta suele denominarse mestiza. Conserva gran parte del patrón dietético indígena, pero introduce en mayor proporción y con más frecuencia otros tipos de alimentos de origen vegetal y animal, principalmente trigo, arroz y carne y sus derivados. Caracteriza las zonas rurales que disfrutaban de una mayor capacidad económica —regiones del norte del país— y algunas zonas suburbanas. Tuvo su origen en el proceso de transculturación con la dieta occidental.

La denominada dieta occidental es más diversificada y comprende una proporción más alta de alimentos de origen animal. Conserva muchos de los patrones autóctonos, enriquecidos especialmente con modalidades norteamericanas y europeas. Tiene la ventaja con respecto a las otras dos de ser una dieta más rica y variada. Sin embargo, ciertos grupos de

población, de las zonas urbanas y suburbanas realizan un consumo excesivo de carbohidratos y grasas, que propician la obesidad y diversos trastornos metabólicos. Este tipo de dieta se observa en las clases medias y altas de la población urbana y en las clases altas de la población rural.

Dentro de los grupos urbanos marginados hay sectores importantes con dietas muy deterioradas; abandonan los aspectos positivos de las dietas mestiza e indígena sin estar en condiciones económicas de alcanzar los patrones dietéticos de los sectores urbanos de mayores ingresos.

La desnutrición de grandes grupos de población se manifiesta como un ciclo social que se inicia en la madre, que no puede proporcionar a su hijo una alimentación adecuada durante la gestación y los primeros meses de vida, porque ni siquiera cubre las necesidades propias. Las manifestaciones más drásticas de la deficiencia nutricional llegan a conformar cuadros patológicos específicos y agravan los efectos de otras enfermedades. Sin embargo, sus consecuencias no se agotan en este problema prioritario de salud pública, sino que constituyen un problema social más complejo.

La desnutrición infantil, sumada a una alimentación posterior muy pobre, es la causa de un crecimiento físico deficiente que se refleja en: baja estatura, poca capacidad laboral, débil resistencia a las enfermedades y escaso desarrollo psíquico. Tales características conducen a un verdadero subdesarrollo social por la disminución de las actividades físicas y sociales del individuo. Existen comunidades en donde la desnutrición, más que generalizada, es universal, y afecta al conjunto de la vida socioeconómica, imponiendo una dinámica que la hace persistir, transmitiéndose de una generación a otra. Un consumo mínimo de energías se manifiesta en una interacción social escasa, que favorece la desorganización y el aislamiento.

Las deficiencias alimentarias y nutricionales persisten, a pesar de que el sector alimentación, comprendido en su sentido más amplio, representa una de las principales actividades económicas del país.

La industria de procesamiento de alimentos es la rama industrial más importante del país: le correspon-

dió en 1970, fecha del último censo industrial, una séptima parte de la inversión fija bruta total en la industria (excluyendo el petróleo y la química básica), casi una quinta parte del valor bruto de la producción total de la industria y una quinta parte del empleo industrial. En la expansión de la industria alimentaria nacional, destaca el crecimiento particularmente dinámico (17.6% al año) de la participación de filiales de empresas transnacionales en estas actividades¹. Las grandes empresas transnacionales, principalmente las norteamericanas, concentran alrededor del 22% de la producción total de alimentos procesados.

Se considera comúnmente que el sector alimentación demanda poca tecnología y que cuando la necesita puede conseguirla fácilmente en los países avanzados, donde existe un gran acervo de conocimientos científicos y tecnológicos. Sin embargo, la extrema dependencia de tecnologías extranjeras adaptadas a otros patrones de alimentación y a otras condiciones crea problemas muy serios de todo orden.

El caso es particularmente visible en la industria de procesamiento de alimentos, cuyo sector moderno de producción en gran escala pasó paulatinamente, entre 1960 y 1972, a control de empresas transnacionales, que tienen acceso a todas las tecnologías modernas de conservación, procesamiento y comercialización de productos alimenticios. Estas empresas controlan la totalidad de la producción nacional de los alimentos lácteos procesados, alimentos infantiles, café y confitería, y la mayor parte de artículos enlatados y productos de carne. Importan cantidades considerables de tecnología y, en los últimos años, han invertido recursos cada vez mayores, pero aún insignificantes en comparación con el volumen de las necesidades, en la investigación tecnológica local (6 millones de pesos en 1972). Los pagos por asistencia técnica, marcas y patentes ascendieron a 117.5 millones de pesos en 1971, de los cuales las empresas extranjeras cubrieron un 93.5%.

El análisis de una muestra de contratos de transferencia de tecnología en la rama de alimentos, presentados al Registro Nacional de Transferencia de Tecnología, indica que: el 72.3% incluía cláusulas relativas al uso de marcas registradas; el 41.5% cláusulas sobre suministro de conocimientos técnicos; el 30.7% cláusulas sobre asistencia técnica; y solamente el 7.6%

1 Se consideran filiales de empresas transnacionales, para estos efectos, aquellas empresas en las que el capital extranjero representa un 15% o más de su capital.

contemplaba el licenciamiento de conocimientos patentados. De esto se deriva que buena parte de los pagos al exterior asociados a la industria de alimentos se realizan por el uso de marcas extranjeras, lo cual no contribuye a elevar ni la cantidad ni la calidad de los alimentos. En cambio se adquiere muy poco conocimiento patentado, conocimiento que debiera ser uno de los principales objetivos de la transferencia de tecnología.

Todo indica que los pagos hechos por este sector en el área tecnológica, tanto en el país como en el exterior, fueron dedicados a tecnologías orientadas al consumo y no a la producción; es decir, a la diferenciación superficial de la gama de productos destinados al consumo de los grupos de ingresos medios, principalmente en el sector urbano. Esta tecnificación de la producción y de la comercialización ha permitido a unas cincuenta grandes empresas de propiedad extranjera aumentar su ventaja en el mercado frente a sus competidores nacionales, que suelen importar muy pocas tecnologías de consumo y tampoco las producen localmente. Naturalmente, con esta situación, la aplicación intensiva de tecnología no ha producido nuevos productos alimenticios de consumo popular.

El principal obstáculo para que la industria contribuya efectivamente al mejoramiento de la dieta popular es su orientación basada en patrones de consumo urbanos y sofisticados. La competencia comercial afirma dichos patrones a través de un uso intenso de la publicidad, distorsionando los hábitos de la población. El crecimiento del consumo de bebidas, fomentado por una publicidad que satura los medios de comunicación masiva, demuestra la irracionalidad de esta tendencia, por cuanto el aporte de este producto en elementos nutritivos es intrascendente o abiertamente perjudicial para la salud en el caso de las bebidas alcohólicas.

El aparente progreso técnico de la gran industria alimentaria extranjera ha hecho crecer todavía más la brecha tecnológica entre ésta y la industria alimentaria de tipo artesanal —misma que cuenta con más del 90% de los establecimientos y del personal ocupado en el sector—. La incorporación de nuevas tecnologías al segmento tradicional de los servicios de conservación, almacenamiento y transporte de alimentos es casi nula. La situación refleja un círculo vicioso particularmente grave, que consiste en la ausencia simultánea de la oferta y la demanda tecnológica en la mayor parte del sector.

La única excepción está representada por el progreso continuo en la investigación y estudio de la situación nutricional del país, principalmente en sus aspectos biológicos y médicos, que ha avanzado sustancialmente, sobre todo gracias a la labor del Instituto Nacional de la Nutrición. Sus investigaciones han puesto de relieve el papel de los factores sociales, económicos y culturales en la desnutrición y los mecanismos de su reproducción dentro del ciclo social. El Instituto realiza en forma permanente encuestas sobre nutrición en diversas zonas del país, que han permitido conocer el nivel y modalidades de consumo efectivo de alimentos, con un grado de exactitud muy superior al que permite el análisis de su disponibilidad, según las hojas nacionales de balance de alimentos. Estas actividades han recibido un impulso importante a través del Programa Nacional de Alimentos (PRONAL), creado por el CONACYT y la Secretaría de la Presidencia en 1971, y en el cual también intervienen la Secretaría de Salubridad y Asistencia, la Secretaría de Agricultura y Ganadería, la Secretaría de Industria y Comercio, CONASUPO, Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial y el propio Instituto Nacional de la Nutrición. En 1973 modificó su estructura a fin de adecuarla a las complejas funciones que tiene a su cargo, funciones que se originan en el objetivo global de estudiar todos los aspectos de la alimentación en el país.

Las acciones de este Programa están orientadas fundamentalmente al conocimiento de los problemas de alimentación; a promover las medidas necesarias para mejorar la alimentación y el estado nutricional de la población, especialmente de sus grupos más vulnerables; y a favorecer el desarrollo de una capacidad científica y tecnológica propia, destinada a mejorar la utilización de los recursos y a reducir el precio de los alimentos básicos. Este Programa constituye un primer esfuerzo para coordinar e integrar las acciones y políticas estatales sobre la materia, y ha prestado un servicio de asesoría a las actividades nacionales de educación nutricional.

Los recursos humanos disponibles para la investigación científica y tecnológica del sector alimentación son sumamente reducidos. Hace muy poco se estimaba el número del personal de alta preparación (doctores y maestros) dedicado a actividades académicas y de investigación en el área de ciencia y tecnología de alimentos en unas 50 personas. El total del personal dedicado a la investigación, que comprende el manejo, transporte, industrialización, enriqueci-

miento nutricional y mercado de los alimentos después de su producción primaria, no excede de 250 personas. Estas están distribuidas entre una docena de unidades de investigación y docencia de las instituciones de enseñanza superior y en otras tantas unidades pertenecientes al sector público.

Para resolver los graves problemas que enfrenta el sector alimentación se necesita el apoyo de un considerable esfuerzo científico y tecnológico. Su debilidad actual hace sumamente difícil aumentar sustancialmente la producción de alimentos básicos y productos primarios usados como alimentos en forma procesada; introducir procesos modernos de conservación y almacenamiento que disminuyan el grado de desperdicio registrado en la producción primaria de alimentos; modernizar los anticuados servicios de transporte y comercialización que subsisten en toda la República, y particularmente en el medio rural; crear "nuevos" productos alimenticios para el autoconsumo y para los grupos rurales y urbanos marginados.

El país necesita contar también con cierta —aunque al principio modesta— capacidad científica y tecnológica en el campo de las tecnologías de "alimentos del futuro", en vista de su rápido progreso en los países avanzados, particularmente en el campo de la aplicación de la química orgánica a la producción de alimentos. Solamente así, el país podrá, si no participar en dicho progreso, por lo menos aprovechar a más largo plazo algunos descubrimientos científicos e innovaciones tecnológicas importantes que ofrecen posibilidades de adaptación y uso en las condiciones nacionales.

B. Objetivo.

Desarrollar una capacidad tecnológica autónoma en las etapas de producción, procesamiento, conservación, transporte y comercialización de alimentos, orientada prioritariamente a aumentar su disponibilidad global; a satisfacer las necesidades de alimentación popular —mediante un uso más racional de los recursos tradicionales, de los recursos cuya explotación se pueda incrementar y de las nuevas fuentes de alimentos de aprovechamiento factible—; y a ampliar el conocimiento sobre las características y consecuencias biológicas y sociales de la desnutrición.

Para lograr satisfacer plenamente las necesidades de alimentación de las mayorías nacionales, no

basta con incrementar y mejorar la producción de alimentos, se requiere como requisito básico una distribución más equitativa de la riqueza.

C. Lineamientos de política.

Para alcanzar este objetivo, se promoverán prioritariamente las siguientes actividades:

1. Desarrollo de alimentos de alto valor nutritivo y de procesos de producción que los hagan accesibles para los sectores de más bajos ingresos.

2. Identificación, selección, adaptación y mejoramiento de las tecnologías existentes y desarrollo de otras para optimizar en cantidad y calidad la generación de alimentos básicos.

3. Investigación y difusión de la tecnología de alimentos, especialmente de la tecnología para conservarlos, evitando las pérdidas producidas por una manipulación inadecuada y por las deficiencias de almacenamiento e higiene.

4. Investigación sobre las prácticas alimentarias de los sectores rurales y de población autóctona, en el marco del autoconsumo que los caracteriza, con el objeto de mejorarlas, ya sea a través de una diversificación de la producción familiar, o mediante la incorporación de nutrimentos complementarios.

5. Investigaciones sobre productos de alto valor proteínico (v. gr. soya y productos del mar) susceptibles de producirse en el país y amplia difusión de los resultados de tales investigaciones.

6. Mejora del conocimiento sobre el ciclo social de la desnutrición, encauzando la investigación hacia: a) las interrelaciones entre el nivel educativo y el nivel nutricional; b) sus efectos sobre el crecimiento y el desarrollo; c) los efectos de la disminución de la actividad física, psíquica y social causada por la desnutrición, tanto a nivel individual como social; d) la dinámica social de la comunidad desnutrida; e) los efectos del incremento del ingreso familiar en los hábitos de alimentación; y f) la distribución familiar de la dieta.

7. Investigaciones y estudios encaminados a generar mecanismos para una coordinación efectiva de los sistemas de producción, manejo, almacena-

miento, procesamiento y comercialización de alimentos, tanto para consumo interno como para exportación, atendiendo a las prioridades impuestas por las necesidades del país.

8. Investigaciones y estudios orientados a racionalizar los sistemas vigentes de comercialización de alimentos, para evitar intermediaciones innecesarias que encarecen el producto para el consumidor y se apropian de parte de la ganancia que debería percibir el productor. En relación con este aspecto deberán estudiarse mecanismos adecuados de control estatal sobre la producción y distribución de alimentos.

9. Estudios e investigaciones que contribuyan a establecer niveles de control de calidad adecuados y un sistema de identificación y normalización de los productos que permita, al mismo tiempo, mayor protección del consumidor y seguridad en las transacciones comerciales.

10. Investigaciones sobre el efecto en la salud de las sustancias conservadoras de alimentos procesados.

11. Investigaciones tecnológicas para aprovechar mejor las materias primas empleadas en los procesos de fraccionamiento y envasado, así como el

estudio de mecanismos de recuperación y nueva utilización que eviten el desperdicio de materiales de empaque y otros elementos, que encarece innecesariamente los productos industrializados.

12. Fortalecimiento y desarrollo de la capacidad tecnológica de las empresas agroindustriales elaboradoras de alimentos, de capital nacional mayoritario.

13. Difusión de los resultados de la investigación, y desarrollo de servicios de asistencia técnica para medianos y pequeños productores.

14. Aumento de la participación de las empresas estatales y privadas nacionales en el financiamiento de la investigación aplicada y desarrollo experimental sobre alimentación.

15. Mejora y fomento de la formación de recursos humanos en tecnología de alimentos.

16. Fortalecer el Programa Indicativo de Alimentación del CONACYT para que, previa su reestructuración, el Comité que lo preside pueda actuar como Comité de Programa Sectorial en la fase de implementación de este Plan.

2. Sector agropecuario y forestal.

A. Situación socioeconómica actual.

Entre los problemas que entorpecen el desarrollo económico y social de México, ocupa un lugar importante el estancamiento del sector agropecuario en comparación con la creciente demanda nacional de alimentos. Este sector proporciona ocupación a alrededor del 38% de la fuerza de trabajo, pero le corresponde apenas el 10% del producto interno bruto, lo que significa una productividad extraordinariamente baja por hombre ocupado. Además, la importante distribución de terrenos a través de la reforma agraria no ha logrado reducir el número de campesinos sin tierra. La mayoría de la población rural tiene muy bajos niveles de vida.

La reforma agraria sentó las bases para aumentar la producción y la ocupación, al dotar de tierras a

los antiguos peones de las haciendas porfiristas, y dio origen al desarrollo de la tecnología agropecuaria. Sin embargo, el desempleo y la subocupación son actualmente muy elevados debido a una combinación de diversos factores: la paulatina reducción de la tierra repartible, la creciente demanda que de ésta hace una población rural en continuo aumento, y la actual insuficiencia de la industria para generar los empleos necesarios para absorber la mano de obra proveniente de las áreas rurales, a pesar de los incentivos que se le han proporcionado de manera prioritaria en las tres últimas décadas.

Hasta 1965 la producción agropecuaria venía creciendo a una tasa superior a la de la población. El mayor dinamismo del sector se registró en el período 1940—1950, en que la tasa media de crecimiento anual del producto agropecuario fue del 7%; se redujo aproximadamente al 4.4% entre 1950 y 1965, y a sólo

el 2.1% en 1965—1973. La reducción de la tasa de crecimiento de la producción agropecuaria, que es ahora menor que la del crecimiento demográfico, se refleja de múltiples maneras, destacándose entre ellas la falta de expansión de las superficies cosechadas, el lento crecimiento de las superficies bajo riego y la pérdida de la autosuficiencia nacional en la producción de alimentos y de algunos insumos básicos para las actividades industriales. El estancamiento está asociado, en general, con el modelo de desarrollo económico seguido por el país en el período 1940—70 y, en particular, con la baja prioridad otorgada a la inversión pública en el sector agropecuario antes de 1970, con la escasez de los recursos asignados al fomento de la productividad en la agricultura de subsistencia, con el retraimiento de la inversión privada global y con la escasa utilización de las tecnologías disponibles. La nueva orientación de la política agropecuaria, traducida en una serie de medidas puestas en práctica de acuerdo con los planes agrícolas nacionales, ha cambiado en forma sustancial las prioridades y ha puesto más énfasis en las necesidades de la agricultura campesina de temporal; esta nueva política empieza a producir una expansión de los principales cultivos básicos: frijol, arroz y trigo. A pesar de que la tasa promedio de crecimiento del sector entre 1970 y 1974 fue apenas del 1% anual, en 1975 creció ya al 3.8% y los cultivos básicos alimentarios al 7.5%; lo que ha hecho desaparecer la necesidad de importar alimentos, salvo maíz y algunas oleaginosas.

El aumento de la producción logrado entre 1940 y 1965, que aparece como la justificación de las políticas aplicadas en este período, se obtuvo al precio de favorecer la dualidad del desarrollo del sector. El fortalecimiento de la capacidad productiva de un reducido grupo de agricultores, en los que se concentró gran parte de los recursos tecnológicos y crediticios, se vio acompañado por un deterioro en la situación económica y social de un amplio núcleo de población campesina, escasamente dotado de dichos recursos.

Entre 1950 y 1970, alrededor del 80% de la inversión pública en el sector fue destinada a la irrigación, la que, a su vez, se concentró en unas pocas regiones. A los estados del norte, centro de la gran agricultura comercial, correspondió en este período alrededor del 75% del gasto público en obras de riego. Además de la concentración regional de la inversión pública, los agricultores beneficiados con la política de irrigación recibieron un importante subsidio a tra-

vés de las cuotas de agua, cuyos precios estaban muy por debajo de su costo real. También las políticas de crédito favorecieron la concentración de la producción y del ingreso en los distritos de riego.

De los tres objetivos que perseguía la política de precios: asegurar un ingreso mínimo a la agricultura de subsistencia, controlar el costo de la vida, particularmente en la Ciudad de México, y estimular la agricultura comercial, en realidad, sólo se consiguieron los dos últimos. El estancamiento prolongado en los precios de los productos agrícolas, incluidos los de garantía, el autoconsumo generalizado en el sector, y la dependencia de los campesinos respecto de los intermediarios, que compran un alto porcentaje de la escasa producción a precios inferiores a los de garantía, explican que no se haya alcanzado el primer objetivo.

La estructura de concentración de la tenencia de la tierra y la desigual distribución de los recursos productivos permiten visualizar la magnitud y las características del desarrollo polarizado del sector. Los predios de más de 25 000 pesos de producción anual, según las últimas cifras disponibles, representan sólo el 3.3% de los predios del país, controlan el 69.1% de la superficie de riego y poseen el 75.1% del valor de la maquinaria, mientras que los de infrasubsistencia, de menos de 1 000 pesos de producción anual, representan la mitad de los predios del país, no cuentan con riego y poseen sólo el 1.3% del valor de la maquinaria.

Los datos anteriores demuestran la desigual distribución de la capacidad productiva dentro del sector y, por lo tanto, la extrema y creciente desigualdad del ingreso.

La larga experiencia de los campesinos indígenas, enriquecida con la de los campesinos europeos a partir de la conquista, fue la base del desarrollo agropecuario en México hasta el presente siglo. Para reducir la incertidumbre de un clima adverso y complementar la base agrícola tradicional, se hicieron durante siglos ampliaciones de los sistemas de riego en las tierras cultivadas por la población indígena. Cuando este esfuerzo se intensifica, después de la Revolución, y sobre todo a partir de 1945, la inversión en obras de riego se hace en el marco de una nueva política, que busca desarrollar regiones de alta productividad con tecnologías e insumos modernos, y está orientada al mercado. Se pensaba que la agricultura de riego po-

dría abastecer el país de suficientes alimentos y materias primas (o de divisas para importar las carencias eventuales). Al mismo tiempo pasó a segundo plano la atención a la agricultura tradicional, pues se suponía que los campesinos desplazados de este gran subsector serían absorbidos por el crecimiento de la industria y de los servicios del país.

El desarrollo de los sectores industrial y terciario fue, sin embargo, incapaz de absorber la mano de obra expulsada del campo, la cual ha llegado a configurar, en la dinámica social, una masa de marginados con condiciones de vida en constante deterioro. Por su parte, los enclaves de alta productividad agrícola no han podido cubrir, particularmente desde 1971, todas las necesidades nacionales de alimentos, materias primas y divisas.

En conjunto, el proceso descrito hubiera tenido un sentido más profundo y duradero como precio al desarrollo, si hubiese logrado una correspondencia funcional y temporal entre la fase descendente de la agricultura tradicional y la ascendente de la agricultura moderna. Pero, en las condiciones prevalecientes en la sociedad y la economía mexicanas, no se podían lograr tales propósitos. Después de haber contribuido al desarrollo global de la economía, los campesinos tradicionales se quedaron sin una salida económica viable. El deterioro de sus recursos físicos -la tierra y la infraestructura-, la ausencia y, en otros casos, la falta de utilización de tecnologías adecuadas, la escasez de crédito y la concomitante generación de desempleo provocaron una creciente demanda de acciones públicas compensatorias para las comunidades rurales, que sólo hasta ahora comienzan a atenderse; pero los recursos transferidos al sector tradicional no han sido suficientes todavía para detener el proceso de su deterioro.

El sector pecuario ha seguido una suerte parecida. Se han impulsado las actividades ganaderas orientadas al mercado urbano y al mercado internacional, en tanto se ha mantenido en situación de desventaja y sin mejoramiento tecnológico la explotación pecuaria tradicional.

Hasta 1973 el país exportaba volúmenes considerables de ganado bovino en pie y carne, y la demanda interna del sector urbano de ingresos superiores al promedio estaba satisfecha, pero se daba la paradoja de que las entradas de divisas por cuenta de exportaciones se gastaban en compras en el exterior de leche,

cueros, lana, vísceras y otros productos pecuarios de uso industrial. Al mismo tiempo, las disponibilidades de proteínas de origen animal para la población urbana de bajos ingresos y para gran parte de la población rural seguían disminuyendo. Por otro lado, el consumo cada vez mayor de alimentos balanceados por parte de la ganadería comercial (bovina y porcina) y por la avicultura afectó negativamente la disponibilidad interna de cereales para el consumo humano, creando necesidades adicionales de importación.

El hecho de que buena parte de la producción se orientara a abastecer el mercado norteamericano con productos escasamente industrializados afectó adversamente el desarrollo del subsector. A principios de la presente década, la caída de la demanda y de los precios de la carne y del ganado en pie en el mercado norteamericano, y la imposibilidad de encontrar otros mercados, obligó a replantear la estrategia de la producción pecuaria y a otorgar mayor prioridad al abastecimiento del mercado interno.

En el subsector forestal, la ausencia de políticas sobre utilización, conservación y renovación de los recursos, unida a la presión por aumentar las tierras de cultivo, ha dado lugar a una reducción en la cuantía, calidad y condiciones ecológicas de este tipo de recursos. Además, la inadecuada utilización de los bosques afectó negativamente las actividades agrícolas y pecuarias. La deforestación ha modificado con efectos destructivos el régimen hidrológico; ha provocado la erosión de extensas superficies de tierra potencialmente laborables, el azolvamiento de presas y el deterioro del medio ambiente; e incluso ha llegado a afectar las actividades de pesca, por la alteración de las condiciones ecológicas que prevalecían originalmente en las zonas costeras y especialmente en la desembocadura de los ríos. La presión sobre la tierra se ha traducido en prácticas de desmonte, de aprovechamiento clandestino de los bosques, de pastoreo, de exterminio de la fauna silvestre con fines alimentarios, en incendios intencionados, etc.

Aunque en la actualidad las áreas arboladas del país cubren 44.9 millones de hectáreas, equivalentes a poco más del 20% del territorio nacional, la participación de las actividades forestales en el producto interno bruto ha disminuido del 0.52% en 1963 al 0.35% en 1973. Se estima que si se contara con la tecnología actual más avanzada y una organización eficiente de la producción, los bosques del país podrían aumentar su rendimiento (6 millones de metros cúbicos de madera procesados anualmente) unas cinco veces.

Este gran potencial no se aprovecha, no obstante que el mercado interno de productos forestales enfrenta un fuerte y creciente déficit, sobre todo en lo que se refiere a pulpa y papel. En 1974 se gastaron en importaciones de estos productos unos 1 800 millones de pesos. De no aplicarse las medidas necesarias, incluyendo la reforestación, y considerando que la superficie forestal disminuye año con año, se calcula que el país tendrá problemas en el abastecimiento de madera de coníferas antes de 1985.

La población campesina que explota el bosque, por lo inadecuado de muchas de las prácticas actuales, no puede subsistir con los ingresos que le produce esta actividad y tiene que complementarlos con otros. Normalmente tiene como actividades complementarias la agricultura, la ganadería, el alquiler de su trabajo a los grandes agricultores comerciales o labores industriales aleatorias dentro del sector forestal mismo. Al igual que en la agricultura y en la ganadería, la innovación tecnológica se ha concentrado en las grandes unidades especializadas, con el consiguiente perjuicio para la explotación diversificada del campesino, que ha permanecido tecnológicamente inmóvil. Además, la estrategia de explotación forestal se ha caracterizado hasta ahora por aprovechar el recurso pero sin interesarse en propiciar la reforestación.

El desarrollo polarizado del sector agropecuario basó el aumento de la producción en un número reducido de unidades especializadas, modernas y comerciales. En tanto, la gran mayoría de las unidades campesinas (ejidos y minifundios) -excepción hecha de las ubicadas en los distritos de riego, principalmente del noroeste del país- han visto deteriorarse su situación relativa. Este tipo de desarrollo ha estado asociado a la adopción de un modelo de desarrollo tecnológico que supone: a) la separación entre la agricultura, la ganadería y la silvicultura, que se convierten en actividades especializadas; b) la existencia de unidades de explotación agrícola especializada en grandes extensiones planas con riego; c) la utilización intensiva de maquinaria especializada, que permite maximizar los rendimientos por hombre. Este modelo es el prevaleciente en Estados Unidos, la URSS y otros países con extensos territorios, escasez relativa de mano de obra y gran capacidad industrial, y contrasta con el modelo adoptado en países como Holanda, Japón y China, en los que las unidades de explotación son relativamente pequeñas y diversificadas, con un uso intensivo de mano de obra y maximización de los rendimientos por hectárea. Ambos modelos, en los

países mencionados, han permitido al sector desarrollarse, abastecer de alimentos a las ciudades y cumplir con las demás funciones que le corresponden en el desarrollo económico global.

La adopción en México del modelo extensivo mecanizado se explica porque: a) La región noroeste y en menor medida el nordeste tienen características de densidad de población y topografía del terreno similares a las de los Estados Unidos y no poseen una rica y antigua tradición agrícola. En esta zona el modelo norteamericano de agricultura parecía adecuado, sobre todo hace treinta años, cuando la densidad de la población era menor. b) Existe una fuerte influencia de la tecnología procedente de los países avanzados en la investigación nacional, que ha desarrollado buena parte de la tecnología biológica utilizada. c) Se propició una política de estímulos a la importación de maquinaria agrícola, que ha provenido principalmente de los Estados Unidos, sin ninguna adaptación a las condiciones nacionales.

Probablemente, viendo las cosas en perspectiva, el modelo más adecuado para el centro del país hubiera sido un modelo intensivo en mano de obra, como el que se aplicó en Japón y en otras naciones de Asia y Europa Occidental. Pero el país optó por el modelo que mejor se adaptaba a las características de la zona norte y, por tanto, centró allí el crecimiento de la producción agrícola.

La adopción en México de dicho modelo ha tenido varias consecuencias. Frecuentemente, ha hecho prevalecer la idea de que las unidades de explotación pequeñas son, en esencia, menos económicas que las grandes; idea que ha servido de base para tomar medidas de política que lo refuerzan y desalientan los intentos de desarrollar y difundir tecnologías adecuadas al minifundio. La adopción de este modelo ha significado, además, una polarización entre el sector comercial y el tradicional, entre el norte y el centro del país, y, lo más grave, ha significado un creciente desempleo. Al agotarse la dinámica original y en momentos en que el país ya no puede satisfacer sus necesidades sin apoyarse en un aumento de la producción de los minifundios -con el agravante de una alta tasa de crecimiento de la población-, surge la necesidad de revisar el modelo para enfrentar los problemas de producción agrícola del país.

Otra dimensión del modelo de desarrollo tecnológico adoptado, ligada a la anterior, es el intento

de aplicar al trópico húmedo patrones técnicos e institucionales similares a los que se utilizaron en el norte y centro del país, a costa de transformar -a veces con graves consecuencias- el ecosistema y el medio cultural.

Dado que el modelo supone la especialización de actividades y, dentro de cada una de ellas, la especialización por productos, se ha descuidado el estudio y desarrollo de tecnologías para la explotación mixta de productos o para el desarrollo de explotaciones mixtas (agrisilvícolas, por ejemplo). Esta línea podría ser de gran beneficio para los campesinos, ya que a diferencia de las unidades de agricultura comercial, en las unidades tradicionales la diversificación es esencial para disminuir riesgos y satisfacer las necesidades de consumo de la familia.

B. Situación científica y tecnológica actual.

La ciencia y la tecnología nacionales han desempeñado un papel muy importante en el desarrollo de las actividades forestales y agropecuarias. A diferencia de la industria y otros sectores en los que se ha dependido casi absolutamente de la tecnología extranjera, en éste, particularmente en la agricultura, ha habido importantes desarrollos internos que han complementado la transferencia tecnológica del exterior. La tecnología extranjera, adquirida a través de compras de equipo y maquinaria y de asistencia técnica, se ha concentrado en la agricultura comercial moderna, en el norte del país, y ha servido para poner en práctica el modelo extensivo de desarrollo tecnológico.

En las primeras décadas del siglo actual se realizaron diversas actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico. Sin menospreciar esos esfuerzos, es preciso reconocer que la aplicación de tecnología moderna a la producción de cultivos básicos no se inició en México, en forma continua y con vigor, sino hasta 1936, con la creación de campos experimentales por parte de la Dirección de Agricultura, dependiente de la Secretaría de Agricultura y Fomento. Este impulso se reforzó, reorientó y condicionó años después con la organización de la Oficina de Estudios Especiales (1943), que llevaron a cabo conjuntamente la Secretaría de Agricultura y Fomento y la Fundación Rockefeller. Esta Oficina diseñó un programa para hacer investigaciones sobre maíz, trigo y frijol y organizó un sistema de becas que dio especial atención a la continuidad del trabajo de los becarios en las áreas de su especialización de posgrado. La

orientación general de este programa consistió en la aplicación, previa realización de pruebas o adaptación, de tecnología similar a la utilizada en los Estados Unidos; en la atención preponderante a las regiones cuyas condiciones ecológicas fuesen similares a las de otros lugares del mundo para poder extender -previa adaptación- la tecnología así desarrollada; y en la formación de personal de posgrado, principalmente en Estados Unidos.

En forma paralela a las actividades de la Oficina de Estudios Especiales, el Gobierno Federal apoyó los programas de investigación a través del Instituto de Investigaciones Agrícolas y la formación de personal a través de los sistemas de becas del Banco de México y del INIC. Este proceso había desembocado hacia 1960 en una situación que podría caracterizarse del siguiente modo: a) insuficiencia del grupo de investigadores nacionales para generar la ciencia y la tecnología necesarias para el país; b) una fuerte influencia de sistemas de ciencia y tecnología extranjeros; c) falta de atención a las zonas con condiciones ecológicas limitantes y a los núcleos ejidales de producción.

En diciembre de 1960, la fusión de la Oficina de Estudios Especiales con el Instituto de Investigaciones Agrícolas dio origen al actual Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.

Los antecedentes de la investigación pecuaria están también relacionados con la Oficina de Estudios Especiales. De ella surgió, en 1947, el Instituto de Investigaciones Pecuarias, establecido básicamente para servir en la campaña nacional contra la fiebre aftosa. En 1954, el país fue declarado libre de esta epizootia. Entre 1954 y 1961 las funciones del Instituto se limitaron a algunas labores de apoyo a la sanidad animal, sin que realizara propiamente investigación científica en forma sistemática. En 1962 se estableció, en cooperación con la Fundación Rockefeller, el Centro Nacional de Investigación Pecuaria, que se mantuvo operando separadamente del Instituto de Investigaciones Pecuarias hasta 1965, año en que concluyó el proyecto cooperativo con el cual estaba asociado. Durante ese período preparó personal mexicano en diferentes ramas y especialidades, tanto en medicina veterinaria como en zootecnia. En 1968 se fundó el actual Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, mediante la fusión del Instituto de Investigaciones Pecuarias y el propio Centro Nacional de Investigación Pecuaria. El INIP se ha orientado básicamente a la investigación relacionada con ganadería comercial.

**TAMAÑO DE LAS UNIDADES DE IADE SEGUN EL NUMERO DE INVESTIGADORES
EN EL SECTOR AGROPECUARIO Y FORESTAL**

1974

CLASES	Número de unidades en cada clase		Número total de investigadores ¹ en cada clase	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
De 4 o menos investigadores	151 ²	69.3	256	31.0
De 5 a 10 investigadores	52	23.8	351	42.5
De 11 a 20 investigadores	14	6.4	187	22.6
De 21 ó más investigadores	1	0.5	32	3.9
T o t a l	218	100.0	826	100.0

1 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.

2 Incluye 16 unidades con cero investigadores según la definición de 1.

FUENTE: Cuadros 9 y 10.

En relación al total nacional, las unidades de investigación del sector (218) representaron en 1973-74 el 15.5% el gasto del sector (269.6 millones), el 20% y los investigadores equivalentes (557), un 11.8%. Respecto a la IADE orientada a sectores de aplicación, las unidades del sector representaban un 23.2% el gasto un 28.2% y los investigadores equivalentes un 19.2%. Estos datos, comparados con la participación relativa en el PIB (10.2%), muestran el mayor desarrollo relativo de la IADE en el sector.

Tendencia particularmente clara en el caso de la agricultura, que realizó el 21.7% del gasto en IADE orientada a sectores de aplicación y tuvo una aportación al PIB del 6.6% (véase cuadros 1, 9 y 10).

En 1974, había 218 unidades de IADE en el sector. El 7.3% (16 unidades) no tenía investigadores y el 46.3% contaba con sólo 1 ó 2 investigadores absolutos por unidad y concentraba el 16.5% del total de investigadores equivalentes. Estas últimas cifras pare-

**TAMAÑO DE LAS UNIDADES DE IADE SEGUN EL NUMERO DE INVESTIGADORES
EN AGRICULTURA**

1974

CLASES	Número de unidades en cada clase		Número total de investigadores ¹ en cada clase	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
De 4 ó menos investigadores	87 ²	61.2	140	22.4
De 5 a 10 investigadores	40	28.2	267	42.6
De 11 a 20 investigadores	14	9.9	187	29.9
De 21 ó más investigadores	1	0.7	32	5.1
T o t a l	142	100.0	626	100.0

1 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.

2 Incluye 12 unidades con cero investigadores según la definición de 1.

FUENTE: Cuadros 9 y 10

**TAMAÑO DE LAS UNIDADES DE IADE SEGUN EL NUMERO DE INVESTIGADORES
EN GANADERIA**

1974

CLASES	Número de unidades en cada clase		Número total de investigadores ¹ en cada clase	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
De 4 ó menos investigadores	48 ²	81.4	92	55.4
De 5 a 10 investigadores	11	18.6	74	44.6
De 11 a 20 investigadores	0	0.0	0	0.0
De 21 ó más investigadores	0	0.0	0	0.0
Total	59	100.0	166	100.0

1 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.

2 Incluye 2 unidades con cero investigadores según la definición de 1.

FUENTE: Cuadros 9 y 10.

cerían revelar una gran dispersión de recursos humanos; sin embargo, casi las dos terceras partes de los investigadores equivalentes se localizaban en unidades de 6 ó más investigadores. En cuanto a esta última cifra, si bien no existe una regla única (la ONU recomienda 20), parece un mínimo aceptable para el sector (véase Cuadro 9).

Existen sin embargo algunos problemas. Sólo hasta fechas recientes se han hecho esfuerzos de

importancia para lograr que la acción se concentre en unos cuantos proyectos específicos que coincidan con problemas y prioridades esenciales del país. Asimismo, aún persiste una gran dispersión en el contenido de los proyectos de investigación y en el número de plantas y animales bajo estudio. Como consecuencia de la insuficiente programación, pocas veces se logra la complementariedad de los proyectos.

En 1973, el 50.5% de las unidades del sector

**TAMAÑO DE LAS UNIDADES DE IADE SEGUN EL NUMERO DE INVESTIGADORES
EN SILVICULTURA**

1974

CLASES	Número de unidades en cada clase		Número total de investigadores ¹ en cada clase	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
De 4 ó menos investigadores	16 ²	94.1	24	70.6
De 5 a 10 investigadores	1	5.9	10	29.4
De 11 a 20 investigadores	0	0.0	0	0.0
De 21 o más investigadores	0	0.0	0	0.0
Total	17	100.0	34	100.0

1 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.

2 Incluye 2 unidades con cero investigadores según la definición de 1.

FUENTE: Cuadros 9 y 10

NIVEL DE ESTUDIOS DE LOS INVESTIGADORES ¹ EN EL SECTOR AGROPECUARIO Y FORESTAL 1974						
NIVEL DE ESTUDIOS	Total de investigadores		Con estudios en el país		Con estudios en el extranjero	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
Doctorado	127	15.4	5	0.8	122	56.7
Maestría	210	25.4	141	23.1	69	32.1
Especialización	54	6.5	42	6.9	12	5.6
Licenciatura	435	52.7	423	69.2	12	5.6
T o t a l	826	100.0	611	100.0	215	100.0

1 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.

FUENTE: Cuadro 18

pertenecía al Gobierno Federal -45.8% de las de agricultura, 49.2% de las de ganadería y 94.1% de las de silvicultura-; el 26.6% a centros de enseñanza superior públicos; y el 22.9% al resto de los sectores de pertenencia. No se detectó ninguna unidad en empresas privadas de capital nacional y sólo una en empresas privadas de capital extranjero, dentro del subsector ganadería (véase Cuadro 10).

El 50.8% del gasto de IADE en el sector fue ejercido por instituciones del Gobierno Federal -el 46.3% en agricultura, el 62.6% en ganadería y el 75.4% en silvicultura-; el 18.2% por el sector externo; el 14.7% por centros de enseñanza superior públicos; y el 16.3% por el resto de los sectores de pertenencia (véase Cuadro 2).

La concentración del gasto es muy acentuada: el 42.2% del total del sector se realiza en dos insti-

tuciones del subsector agrícola: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) y Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, A.C. (CIMMYT); además, estas dos instituciones concentran el 54.9% del gasto en agricultura y la primera de ellas tiene el 27% del personal de IADE del sector. Cabe aclarar que el CIMMYT dedica sus recursos a resolver problemas de distintos países subdesarrollados y, por tanto, sólo una proporción pequeña de su gasto y personal puede considerarse que incide directamente en el país. La concentración señalada, en comparación con otras áreas, es un factor positivo para la coordinación de tareas (véase Cuadro 13).

El número de investigadores equivalentes del sector era 557 y el de personal científico y técnico equivalente 751. El 79.1% de los primeros se localizaban en agricultura, el 17.5% en ganadería y el 3.4% en silvicultura (véase Cuadro 5 y 19).

NIVEL DE ESTUDIOS DE LOS INVESTIGADORES ¹ EN AGRICULTURA. 1974						
NIVEL DE ESTUDIOS	Total de investigadores		Con estudios en el país		Con estudios en el extranjero	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
Doctorado	108	17.3	5	1.1	103	68.6
Maestría	159	25.4	126	26.5	33	22.0
Especialización	38	6.1	34	7.1	4	2.7
Licenciatura	321	51.2	311	65.3	10	6.7
T o t a l	626	100.0	476	100.0	150	100.0

1 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.

FUENTE: Cuadro 18.

NIVEL DE ESTUDIOS DE LOS INVESTIGADORES¹ EN GANADERIA

1974

NIVEL DE ESTUDIOS	Total de investigadores		Con estudios en el país		Con estudios en el extranjero	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
Doctorado	18	10.8	0	0.0	18	30.0
Maestría	45	27.1	10	9.4	35	58.4
Especialización	10	6.0	5	4.7	5	8.3
Licenciatura	93	56.1	91	85.9	2	3.3
Total	166	100.0	106	100.0	60	100.0

1 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.

FUENTE: Cuadro 18.

El personal científico y técnico de IADE del sector presentaba la siguiente distribución por nivel de estudios: doctorado 11.8%, maestría 19.5%, especialidad 5%, licenciatura 40.5%, inferior a licenciatura 23.2%. La distribución correspondiente para los investigadores era: doctorado 15.4%, maestría 24.5%, especialidad 6.5% y licenciatura 52.7%. Desde el punto de vista de la disciplina de formación, el personal se distribuye de la siguiente manera: el 62.9% en agronomía (469), el 9.6% en medicina veterinaria (72), el 8.7% en zootecnia (65), el 6.9% en biología (52) y el 4.7% en economía (35). El subsector agrícola concentraba al personal con formación en antropología (5), sociología (6), matemáticas (8), química (9), economía (34) y agronomía (447); el ganadero concentraba al que tenía formación en zootecnia (35) y medicina veterinaria (57); y el silvícola al formado en biología (18) (véase cuadros 18, 19 y 22).

El gasto promedio asociado al investigador equivalente en el sector era superior al gasto promedio nacional (628.8 y 370.2 miles de pesos respectivamente). Se observa una fuerte variación del gasto promedio por investigador equivalente en los distintos subsectores: agricultura 611.9, ganadería 604.2, silvicultura 1,144.2 miles de pesos.

En números absolutos se computaron 1,076 personas en actividades de IADE en el sector: 46.3% estaban dedicadas a tiempo completo (TC), 32.9% a medio tiempo (MT) y 20.8% a tiempo parcial (TP). En agricultura había 830 personas en números absolutos: 49.9% a TC, 31.9% a MT y 18.2% a TP; en ganadería 191 personas: 31.9% a TC, 36.1% a MT y 31.9% a TP; en silvicultura 55 personas: 41.8% a TC, 36.4% a MT y 21.8% a TP. Salvo ganadería, el sector en su conjunto y los otros dos subsectores muestran un promedio de dedicación del personal total mejor que los promedios

NIVEL DE ESTUDIOS DE LOS INVESTIGADORES¹ EN SILVICULTURA

1974

NIVEL DE ESTUDIOS	Total de investigadores		Con estudios en el país		Con estudios en el extranjero	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
Doctorado	1	2.9	0	0.0	1	20.0
Maestría	6	17.6	5	17.2	1	20.0
Especialización	6	17.6	3	10.3	3	60.0
Licenciatura	21	61.9	21	72.5	0	0.0
Total	34	100.0	29	100.0	5	100.0

1 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.

FUENTE: Cuadro 18.

GASTO EN INVESTIGACION APLICADA Y DESARROLLO EXPERIMENTAL EN EL SECTOR AGROPECUARIO Y FORESTAL					
1974					
Conceptos	Datos del sector	% del total nacional	Promedios	A nivel del sector	A nivel nacional
1. Gasto en IADE (miles de pesos) ¹	350 000	20.0	1. Gasto promedio por unidad (miles de pesos)	1 605.5	1 245.5
2. Número de unidades que realizan IADE ²	218	15.5	2. Gasto promedio por investigador ETC (miles de pesos)	628.8	370.2
3. Número de investigadores en ETC ³	556,6	11.8	3. Promedio de investigadores ETC por unidad	2.6	3.4
<p>1. Estimación realizada con base en un incremento del 29.82% del gasto nacional en ciencia y tecnología en el período 1973-1974; puesto que se tienen datos de gasto en IDE para 1973, se infiere un incremento idéntico al del gasto total en ciencia y tecnología.</p> <p>2. El dato incluye también unidades con cero investigadores.</p> <p>3. Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura. ETC=45.07 horas a la semana, cifra que corresponde al promedio de horas a la semana dedicadas a actividades científica y técnicas por el personal definido genéricamente como de tiempo completo.</p>					
FUENTE: Cuadros 1, 9 y 10.					

nacionales, que son 33.1% a TC, 36.8% a MT y 25.1% a TP (véase Cuadro 20).

La Secretaría de Agricultura y Ganadería cuenta con instituciones de investigación para los subsectores agrícola, ganadero y forestal. El Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, con sede en Cha-

pingo, divide sus operaciones en centros regionales de investigación agrícola: del Noroeste, del Noreste, de Tamaulipas, de Sinaloa, del Bajío, de la Mesa Central, del Sureste y de la Península de Yucatán, que cuentan en promedio, con cinco campos agrícolas experimentales. Por otra parte, existe un coordinador nacional (jefe de departamento) para los siguientes cul-

GASTO EN INVESTIGACION APLICADA Y DESARROLLO EXPERIMENTAL EN AGRICULTURA					
1974					
Conceptos	Datos del sector	% del total nacional	Promedios	A nivel del sector	A nivel nacional
1. Gasto en IADE (miles de pesos) ¹	269 419	15.4	1. Gasto promedio por unidad (miles de pesos)	1 897.3	1 245.5
2. Número de unidades que realizan IADE ²	142	10.1	2. Gasto promedio por investigador ETC (miles de pesos)	611.9	370.2
3. Número de investigadores en ETC ³	440.3	9.3	3. Promedio de investigadores ETC por unidad	3.1	3.4
<p>1. Estimación realizada con base en un incremento del 29.82% del gasto nacional en ciencia y tecnología en el período 1973-1974; puesto que se tienen datos de gasto en IDE para 1973, se infiere un incremento idéntico al del gasto total en ciencia y tecnología.</p> <p>2. El dato incluye también unidades con cero investigadores.</p> <p>3. Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura. ETC=45.07 horas a la semana, cifra que corresponde al promedio de horas a la semana dedicadas a actividades científica y técnicas por el personal definido genéricamente como de tiempo completo.</p>					
FUENTE: Cuadros 1, 9 y 10.					

GASTO EN INVESTIGACION APLICADA Y DESARROLLO EXPERIMENTAL EN GANADERIA.

1974

Conceptos	Datos del sector	% del total nacional	Promedios	A nivel del sector	A nivel nacional
1. Gasto en IADE (miles de pesos) ¹	58 727	3.4	1. Gasto promedio por unidad (miles de pesos)	995.4	1 245.5
2. Número de unidades que realizan IADE ²	59	4.2	2. Gasto promedio por investigador ETC (miles de pesos)	604.2	370.2
3. Número de investigadores en ETC ³	97.2	2.1	3. Promedio de investigadores ETC por unidad	1.6	3.4
<p>1. Estimación realizada con base en un incremento del 29.82% del gasto nacional en ciencia y tecnología en el período 1973-1974; puesto que se tienen datos de gasto en IDE para 1973, se infiere un incremento idéntico al del gasto total en ciencia y tecnología.</p> <p>2. El dato incluye también unidades con cero investigadores.</p> <p>3. Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura. ETC=45.07 horas a la semana, cifra que corresponde al promedio de horas a la semana dedicadas a actividades científica y técnicas por el personal definido genéricamente como de tiempo completo.</p>					
FUENTE: Cuadros 1, 9 y 10.					

tivos y actividades: algodón, cereales, entomología, fitopatología, forrajes, leguminosas comestibles, hortalizas, maíz y sorgo, oleaginosas, frutales, combate de malezas, suelos y manejo del agua, divulgación técnica y economía agrícola. El Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, por su parte, tiene sedes

regionales de investigación y divide sus operaciones en dos grandes áreas: médico-veterinaria y zootecnia.

Durante la presente administración, el sistema científico y tecnológico en el subsector forestal ha incrementado en gran medida sus acciones debido al

GASTO EN INVESTIGACION APLICADA Y DESARROLLO EXPERIMENTAL EN SILVICULTURA

1974

Conceptos	Datos del sector	% del total nacional	Promedios	A nivel del sector	A nivel nacional
1. Gasto en IADE (miles de pesos) ¹	21 854	1.2	1. Gasto promedio por unidad (miles de pesos)	1 285.5	1 245.5
2. Número de unidades que realizan IADE ²	17	1.2	2. Gasto promedio por investigador ETC (miles de pesos)	1 144.2	370.2
3. Número de investigadores en ETC ³	19.1	0.4	3. Promedio de investigadores ETC por unidad	1.1	3.4
<p>1. Estimación realizada con base en un incremento del 29.82% del gasto nacional en ciencia y tecnología en el período 1973-1974; puesto que se tienen datos de gasto en IDE para 1973, se infiere un incremento idéntico al del gasto total en ciencia y tecnología.</p> <p>2. El dato incluye también unidades con cero investigadores.</p> <p>3. Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura. ETC=45.07 horas a la semana, cifra que corresponde al promedio de horas a la semana dedicadas a actividades científica y técnicas por el personal definido genéricamente como de tiempo completo.</p>					
FUENTE: Cuadros 1, 9 y 10.					

fuerte apoyo que se le ha proporcionado, aun cuando es preciso indicar que el volumen de este apoyo no ha sido suficiente para lograr los objetivos que se persiguen. Mientras el INIF tenía en 1970 recursos presupuestarios por una cantidad de 4.8 millones de pesos, para 1975 su presupuesto había aumentado a 83 millones de pesos.

En el país funcionan, además, instituciones especializadas por productos, como el ya mencionado Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y Trigo, dependiente de fundaciones extranjeras; el Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar; la Comisión Nacional de Fruticultura que, además de realizar investigaciones, dirige la Escuela Nacional de Fruticultura; el Patronato del Maguey; el Instituto Mexicano del Café y otros.

Para atender zonas con características ecológicas peculiares, existe en la Secretaría de Recursos Hidráulicos la Dirección General de Distritos de Riego, con un departamento de investigación en manejo de agua. También promueven y/o realizan investigación en regiones áridas la Comisión Nacional de Zonas Áridas y el Instituto de Zonas Desérticas, ubicado en San Luis Potosí. En la agricultura de subsistencia trabaja el Plan Puebla, dependiente de la Universidad Autónoma de Chapingo, que recientemente ha ampliado su radio de acción al constituirse en Programa Nacional de Desarrollo de la Agricultura de Temporal. El Centro de Investigaciones Agrarias es la institución del sector más importante en materia de investigación socioeconómica.

En 1974 el CONACYT integró un grupo de trabajo con el objeto de analizar la problemática agropecuaria y forestal y definir un marco de referencia para el establecimiento de un programa indicativo en ciencia y tecnología en el sector. Con base en esa labor previa se formó, en julio del presente año, el Comité del Programa Indicativo de Desarrollo Agropecuario y Forestal, el cual está trabajando en la estructuración de los objetivos y criterios con los que deberá ponerse en marcha dicho Programa.

Como se ve, es considerable el número de unidades, el personal y el gasto dedicados a la investigación científica, al desarrollo tecnológico, a la formación de recursos humanos y a la difusión de la tecnología. Sin embargo, en la práctica la estructura institucional no es todavía suficiente para atender en forma adecuada las necesidades de desarrollo del sector.

Desde el punto de vista formal, es decir, de acuerdo a sus objetivos explícitos, las instituciones del sistema científico y tecnológico del sector agropecuario están al servicio de las necesidades sociales globales del mismo. Sin embargo, por su génesis histórica y en forma congruente con las orientaciones que prevalecían hasta hace poco en la política agropecuaria, la investigación en el sector ha tenido como objeto primordial los problemas de tipo técnico bajo condiciones ecológicas y económicas con pocas restricciones, beneficiando, por tanto, fundamentalmente a los productores comerciales localizados en las áreas con mejores condiciones ecológicas y económicas.

Durante el decenio actual se ha reorientado una parte de la investigación de algunas instituciones hacia los problemas de zonas con severas restricciones de recursos económicos y con tecnología tradicional. Existe un creciente interés por estudiar y rescatar tecnologías autóctonas, con el fin de tomar de ellas elementos valiosos y colaborar a su perfeccionamiento y desarrollo.

Quizá, sin embargo, el mayor problema radique no tanto en la orientación, sino en lo inadecuado de la organización para vincular la investigación, el extensionismo y la producción. Como regla general, se atiende al flujo de información en un sólo sentido: del investigador al extensionista y al productor. Por otra parte, los resultados de la investigación que podrían tener una aplicación inmediata se utilizan parcialmente. Además, hay fallas en la circulación del conocimiento producido, pues no se divulga en forma adecuada entre los propios especialistas, y menos todavía entre los productores. Se ha afirmado que el proceso de difusión y divulgación se limita, en ocasiones, a una simple distribución de folletos o estudios, que son entregados sin preocuparse por el manejo que de esos conocimientos harán los usuarios finales —productores, organismos oficiales, instituciones educativas, asociaciones públicas y privadas.

Existe un consenso general sobre el carácter fragmentario y aislado que asume la información científica y técnica, tanto entre los que la elaboran, como entre los receptores de ella. Hay incomunicación sobre inquietudes y temas de investigación entre los diferentes institutos especializados en investigación, centros de docencia y capacitación y núcleos campesinos, y dentro de cada uno de ellos.

La tecnología que existe actualmente en el sector agropecuario se ha derivado de enfoques metodológicos sobre el mejoramiento genético, fertilización, densidad y fechas de siembra, combate de plagas, enfermedades y malas hierbas, producción de semillas, asociación de cultivos, prácticas culturales, producción de forrajes, manejo de pastos, suelo y ganado. Los siguientes problemas del sector agropecuario han recibido insuficiente atención científica y tecnológica:

1. Existen tres grandes áreas ecológicas que no han sido suficientemente atendidas: las zonas áridas, las de mal temporal y las zonas tropicales húmedas. Las dos primeras ocupan una superficie muy amplia del territorio nacional y están habitadas por una proporción importante de la población campesina.

2. Las zonas tropicales, habitadas fundamentalmente por grupos indígenas y otros de muy bajo nivel económico y que, además, están siendo objeto de programas de colonización, requieren de tecnologías que sustituyan con ventaja a las tecnologías nativas; sin embargo, hay que tener en cuenta que algunas de ellas, duramente criticadas por personas que desconocen los problemas de supervivencia de esos grupos sociales, no tienen sustituto adecuado.

3. La investigación científica y tecnológica que se realiza antes de abrir tierras al cultivo o a la ganadería es muy escasa, hecho que disminuye la rentabilidad de las inversiones y posibilita el desperdicio de recursos. No hay estudios suficientes sobre clima, temporalidad de las lluvias y componentes químicos de los suelos para elaborar recomendaciones sobre cultivos, técnicas agrícolas y pecuarias y fertilizantes. También es insuficiente la investigación para localizar las variedades más adecuadas a cada zona.

4. Hay pocos estudios que contribuyan a un aprovechamiento óptimo de la tierra y el agua.

5. Se ha descuidado el estudio de los aspectos económicos, sociales y políticos, lo cual, entre otras cosas, ha impedido conocer mejor el funcionamiento de las unidades agrícolas, particularmente de las unidades campesinas. Sin este conocimiento es imposible una adecuada transformación tecnológica y organizativa en el sector. Muchos errores cometidos en la promoción del cambio tecnológico y organizativo se explican por el desconocimiento de la racionalidad

económica y de las características culturales del campesinado.

C. Objetivo.

Dadas las dificultades y los costos crecientes para abrir nuevas superficies al cultivo, el crecimiento de la producción agrícola tendrá que depender, cada vez más, de los aumentos de la producción por hectárea; esto es, dependerá de innovaciones tecnológicas. En la ganadería ocurre algo similar. En las actividades silvícolas, en cambio, queda mucho por hacer en cuanto a la explotación de nuevas áreas. Por la naturaleza de las actividades agropecuarias y forestales — asociadas al clima y a las particularidades del suelo y de la geografía —, la mayor parte de las innovaciones deben originarse en el país. Esto supone una gran responsabilidad para la investigación y extensión agropecuaria y forestal (particularmente agrícola).

Hasta ahora los beneficios de la investigación agropecuaria y forestal se han concentrado en una porción menor de la tierra cultivada del país; principalmente en las unidades comerciales mayores o que poseen irrigación. Los muy altos rendimientos por hectárea que se obtienen no podrán aumentarse muy rápido. Por lo tanto, la mayor parte del aumento de la producción agropecuaria tendrá que provenir de los ejidos y minifundios, sobre todo de los localizados en tierras de temporal y tropicales. Esto muestra que, aun desde el limitado punto de vista del aumento de la producción, es necesario concentrar los esfuerzos de investigación y extensión en estas zonas y en el tipo de tecnologías adecuadas a ejidatarios y minifundistas.

El modelo seguido hasta ahora — basado en un tipo de agricultura extensiva, con amplio uso de maquinaria, eficiente, en grandes extensiones de terreno y que busca maximizar el rendimiento por hombre — resulta inadecuado para ejidatarios y minifundistas. Se debe recurrir a un modelo de desarrollo agrícola intensivo en mano de obra, que busque maximizar el rendimiento por hectárea y que opere con unidades diversificadas que no necesariamente supongan la especialización de la agricultura, la ganadería y la silvicultura.

La práctica científica y tecnológica en el sector, ligada al desarrollo basado en el modelo extensivo, se ha realizado en instituciones especializadas por sub-

sector, tipo de actividad y producto. Se trata de una práctica claramente diferenciada, separada de la de los productores y que requiere cauces formales de comunicación. Esta organización no se presta para el desarrollo de tecnologías adecuadas al campesino.

Por lo anterior, el objetivo en el sector agropecuario y forestal es *impulsar un patrón de desarrollo tecnológico que permita el progreso de los distintos tipos de productores y zonas ecológicas del país y el aprovechamiento óptimo de los diversos recursos nacionales abundantes, especialmente la mano de obra.*

Este patrón permitirá el logro de los siguientes objetivos de desarrollo del sector:

1. Aumentar la producción de alimentos básicos de origen agropecuario para asegurar una autosuficiencia dinámica, que permita atender las necesidades alimentarias que se originan en el crecimiento demográfico y mejorar los niveles de vida de toda la población. La meta de la autosuficiencia, en efecto, debe atender al urgente imperativo de elevar los niveles nutricionales, sobre todo de los estratos de más bajos ingresos, tanto en las ciudades como en el campo, tomando en cuenta también las grandes diferencias entre regiones y entre localidades. Hay que aumentar sobre todo la producción de la agricultura de subsistencia, porque para una gran parte de la población agrícola es la única esperanza de obtener una mayor cantidad de alimentos para su consumo.

2. Aumentar la capacidad de consumo y de inversión productiva de la población rural, especialmente de la de más bajos ingresos.

3. Aumentar la capacidad del sector agropecuario para retener su mano de obra en actividades productivas primarias y secundarias.

4. Aumentar la producción de materias primas de uso industrial y de excedentes exportables, sin menoscabo de la producción de alimentos básicos.

D. Lineamientos de política.

El patrón de desarrollo tecnológico requerido comprende: a) una organización de las actividades científicas y tecnológicas más enraizadas en la práctica productiva; y b) un modelo de desarrollo tecnológico que, sin descuidar el avance de la agricultura comercial moderna, permita el desarrollo de la tradicional.

- a. Orientación y organización de la práctica científica y tecnológica.

En el sector deben recibir una atención mayor que las formas altamente especializadas de la práctica científico-tecnológica, aquellas actividades que se asocian al aprovechamiento de conocimientos existentes, a la sistematización de usos tradicionales y, en general, a una práctica científica y tecnológica que se derive directamente de la realidad social y forme parte de una práctica social generalizada. En particular, se deberán promover prioritariamente las actividades siguientes:

1. El desarrollo y puesta en práctica de métodos de investigación que permitan a los representantes de todos los grupos involucrados en los distintos aspectos de la producción —agricultores, consumidores, científicos, técnicos, extensionistas, maestros, funcionarios públicos, etc.— participar en el proceso de planeación, ejecución y control de la investigación científica y el desarrollo tecnológico.

2. La búsqueda de los marcos conceptuales, métodos y técnicas de investigación más adecuados al tipo de problemas por estudiar, así como el otorgamiento de preferencia a proyectos de investigación integrados y multidisciplinarios que se preocupen del conjunto de los problemas que enfrentan los grupos de productores en el seno de los distintos ecosistemas.

3. La modificación de los actuales criterios para evaluar las actividades científicas y tecnológicas del sector, de tal suerte que la definición de prioridades y asignación de recursos para la investigación tomen en cuenta cada vez más su posible efecto sobre: a) el aumento del consumo de los productores; b) el aumento de los rendimientos por hectárea y la generación de actividades productivas; c) la reducción de riesgos e incertidumbres en la producción y comercialización; d) el aumento de la participación de los productores en los procesos de desarrollo económico y social. El criterio de rentabilidad económica de los cultivos (expresado en términos monetarios o en la productividad por hombre) deberá subordinarse a estos criterios más amplios.

4. La integración de las actividades científicas y tecnológicas en unidades operativas que abarquen el conjunto de investigación, educación, producción y comercialización, con el fin de establecer una estrategia integral y dinámica de desarrollo

tecnológico-agropecuaria que cumpla con los objetivos de desarrollo del país. En última instancia, el punto de partida y el punto de llegada del proceso en conjunto debe ser la producción, con sus características y limitaciones concretas. La enseñanza y la investigación deberán vincularse más estrechamente a la producción. Y, para hacer más valiosa la contribución de ambas al proceso productivo, deberán relacionarse entre sí de una manera más funcional. El contacto directo entre los investigadores de más alta calificación y los productores tiene, entre sus múltiples ventajas, la de convertirse en fuente inapreciable de generación de cuadros intermedios. El servicio social dejaría de ser concebido como un período extraordinario de contacto entre el egresado y los productores y pasaría a ser una norma de funcionamiento que parte del nivel de los estudiantes.

5. La investigación orientada a resolver las necesidades tecnológicas de las grandes explotaciones agrícolas, ganaderas y forestales de propiedad privada deberá realizarse sobre la base de recuperar el costo incurrido, de tal forma que no absorba recursos presupuestarios del sector público y reste posibilidades de incrementar la investigación orientada hacia los minifundios y ejidos.

6. El fortalecimiento del Programa Indicativo del desarrollo Agropecuario del CONACYT para que, previa su reestructuración, el Comité que lo preside pueda actuar como Comité de Programa Sectorial en la fase de implementación de este Plan.

b. Modelo de desarrollo tecnológico.

La transformación del modelo de desarrollo tecnológico supone: a) el abandono de las ideas que asocian la eficiencia económica sólo a unidades grandes y especializadas; b) la difusión y desarrollo de tecnologías adecuadas a la práctica de los ejidos y minifundios; c) el desarrollo, adaptación y difusión de tecnologías que posibiliten un aprovechamiento racional de los recursos abundantes del país, particularmente de mano de obra, y limiten el uso de los escasos; d) dar más importancia que hasta ahora al estudio de los aspectos económicos, sociales y políticos de los problemas agropecuarios; e) el desarrollo e implantación de tecnologías adecuadas para el trópico húmedo, las zonas de temporal y las zonas áridas; y f) el desarrollo de tecnologías para unidades diversificadas y mixtas.

Con vista a ese desarrollo, se deberán promover prioritariamente las siguientes acciones:

1. Actividades científicas y tecnológicas que tengan relación con las llamadas zonas críticas —áridas y de mal temporal— y las de alto potencial productivo. Los aspectos concretos a los que se dará una atención prioritaria en este campo son: a) estudios de las técnicas que actualmente usan los productores, como uno de los puntos de partida para el desarrollo de tecnologías adecuadas— en particular, es necesario realizar un inventario de los implementos agrícolas usados actualmente por los campesinos y fomentar el diseño y la producción de los más útiles—; b) estudios científicos y tecnológicos — previos a la apertura de nuevas zonas a la explotación— de las características ecológicas y de las previsibles consecuencias de la transformación planeada; c) detección y eliminación de los cuellos de botella tecnológicos que impiden el aumento de la producción; d) desarrollo, a partir de estudios de las variedades locales y tomando en cuenta los objetivos y las limitaciones económicas de los productores, de variedades de especies vegetales y animales ecológica y económicamente adecuadas, que permitan aumentar la producción y disminuir los riesgos.

2. Estudio de los aspectos económicos, ecológicos, sociales, políticos y culturales de los problemas agropecuarios, y el desarrollo de tecnologías sociales para promover la organización y la participación de los productores y contribuir a resolver los problemas asociados a la tenencia de la tierra. En particular es importante el estudio de la racionalidad económica, dotación de recursos y prácticas de innovación en economías campesinas; la evaluación de los resultados de distintas modalidades de trabajo colectivo; y la evaluación del extensionismo y la asistencia técnica.

3. Difusión y aplicación de las tecnologías existentes que se estimen adecuadas a su contexto económico y social, y orientación de la investigación aplicada y del desarrollo de nuevas técnicas a la solución de problemas que no pueden ser resueltos con tecnologías conocidas. Para aumentar el aprovechamiento de las tecnologías campesinas tradicionales, es necesario promover el rescate y el desarrollo de sus elementos valiosos y propiciar su aplicación a la producción de alimentos y materias primas agrícolas. Para este fin es conveniente hacer un catálogo de tecnologías disponibles y difundirlo por medios adecuados.

4. Investigaciones sobre el aprovechamiento más eficaz del agua —tanto de precipitación como de irrigación—; estudio del clima para reducir, en la medida de lo posible, la incertidumbre de la agricultura de temporal; y estudio del suelo para determinar su mejor uso (o usos) en cada lugar y formas adecuadas para su conservación y mejoramiento.

5. Investigaciones para desarrollar tecnologías adecuadas a explotaciones mixtas (agropecuarias, agrosilvícolas, agropecuario-silvícolas, agropecuario-acuícolas) y el cultivo de plantas en asociaciones.

c. Temas prioritarios subsectoriales.

En cuanto a las distintas ramas específicas de actividades de la investigación científica y tecnológica, se apoyará prioritariamente:

i. En agricultura:

1. estudios orientados a aumentar la producción de alimentos y mejorar la dieta de los campesinos.

2. Desarrollo, adaptación y difusión de tecnologías que agreguen más valor a la producción y que ocupen intensivamente mano de obra.

3. Investigaciones que busquen solucionar los problemas particulares de la agricultura tradicional.

4. Investigaciones tendientes al desarrollo de cultivos sucesivos que permitan el uso del suelo durante todo el año.

ii. En ganadería:

1. Desarrollo y difusión de sistemas de explotación —mixtos y especializados— que se adapten a las condiciones ecológicas de cada región y a las condiciones económicas de los distintos tipos de productores.

2. Investigaciones orientadas a la introducción de nuevos pastos y plantas forrajeras, y a la conservación y mejoramiento de los pastizales.

3. Investigaciones para desarrollar métodos de inseminación artificial y de mejoramiento genético.

4. Desarrollo y aplicación de tecnologías intermedias o artesanales para el aprovechamiento ganadero de los esquilmos y subproductos agrícolas y para el procesamiento semi-industrial de cueros, leche y carne, con el objeto de: a) reducir el consumo animal de granos; b) retener el excedente económico de los pequeños agricultores en forma de un mayor valor agregado de sus productos; c) promover el desarrollo de la pequeña agroindustria procesadora de alimentos pecuarios.

5. Diseño de instalaciones ganaderas eficientes y de bajo costo en las que se utilicen materiales regionales.

6. Desarrollo de métodos adecuados y accesibles a los campesinos para la obtención, conservación y uso adecuado del agua para consumo animal.

iii. En Silvicultura:

1. Investigaciones interdisciplinarias encaminadas al aprovechamiento integral de los bosques del país, en particular los de las zonas tropicales y la flora de las zonas áridas.

2. Estudios que tiendan a desarrollar nuevas y adecuadas formas de organización para la explotación de los bosques que se encuentran bajo propiedad parcelaria.

3. Investigaciones y experimentación para someter al cultivo plantas silvestres con valor económico.

4. Desarrollo y difusión de métodos de silvicultura intensiva destinados a lograr un mayor volumen de corta por superficie, asegurando la regeneración y permanencia del bosque.

5. Investigaciones necesarias para incrementar la reforestación de áreas devastadas.

6. Investigaciones sobre la conservación de los bosques y su protección de los agentes naturales destructivos.

3. Pesca.

A. Situación actual.

La República mexicana posee más de 10 mil kilómetros de costa, en la que existen aproximadamente 1.5 millones de hectáreas de lagunas costeras y esteros, una considerable extensión de aguas interiores (lagos, ríos, presas, etc.), una amplia plataforma continental de cerca de medio millón de kilómetros cuadrados; y ha incorporado recientemente una zona económica exclusiva del mar de hasta 200 millas náuticas a partir de la costa. No obstante su riqueza potencial y las graves deficiencias nutricionales de la población, particularmente en lo que se refiere a consumo de proteínas, el aprovechamiento de los recursos pesqueros es limitado. Esto se debe, más que al desconocimiento de dichos recursos, a una incapacidad organizativa nacional que es producto del subdesarrollo.

La producción pesquera representa en la actualidad un poco más del 0.4% del PIB¹. La explotación pesquera es muy antigua en México, pero diversas causas, entre las que se cuentan la desequilibrada distribución demográfica del país y la falta de comunicaciones e infraestructura en vastas extensiones costeras, han hecho de ella una actividad marginal.

Aún más, la escasa explotación comercial de los recursos pesqueros se ha caracterizado por una sobreexplotación de algunas especies de exportación de considerable valor económico, con el consiguiente peligro de extinguirlas, a la par de una subexplotación de la mayor parte de las especies que podrían ser utilizadas para fines alimentarios e industriales. Así, una sola especie, el camarón, representa el 50% del valor de la captura nacional y más del 80% de la exportación de productos del mar; además, se desperdicia un gran volumen de "fauna de acompañamiento" en la pesquería de esta especie. Esto demuestra que la línea de desarrollo del sector pesquero se ha ajustado a las altas tasas de ganancia que se obtienen de los productos de exportación, en desmedro de aquellos otros que podrían aprovecharse para satisfacer las necesidades nacionales. Esta tendencia se ha empezado a corregir en los últimos años con la diversificación de la captura.

El aprovechamiento óptimo de los recursos bióticos de la zona costera (incluyendo laguna costera, esteros y plataforma continental adyacente) la piscicultura rural y la pesca en aguas interiores son actividades de gran importancia por el tipo de embarcaciones que se requieren, la accesibilidad del recurso, los bajos costos de operación y el efecto que pueden tener en la dieta de grandes grupos de la población. La actividad pesquera en regiones oceánicas o "pesca de altura", aunque importante potencialmente, supone grandes inversiones en equipo y gastos de operación.

Se ha prestado muy poca atención a la regulación de la pesca deportiva con el fin de conservar las especies que la Ley Federal para el Fomento de la Pesca reserva a dicha actividad.

Apenas se han empezado a realizar los primeros estudios para conocer y utilizar el potencial que representan los organismos marinos como fuentes de productos naturales para usos farmacéuticos.

Las actividades de piscicultura aplicada a los recursos de aguas interiores, que representan fuentes importantes de ingreso y de proteínas para la población rural, recién comienzan a ser estimuladas.

El valor de la producción pesquera, aunque en aumento, muestra una participación decreciente en el PIB. Tampoco es satisfactoria la distribución de los ingresos derivados de estas actividades. Los participantes directos reciben una muy baja proporción del valor final del producto; la mayor parte queda en manos de quienes controlan los implementos para la pesca y las fases de industrialización y comercialización. Las actividades pesqueras se desarrollan en el marco de una compleja y fragmentaria legislación que, al entrelazarse con una complicada red de intermediarios, hace del pescador un individuo explotado y marginado. El valor real de la producción *per cápita* ha sufrido una disminución entre 1960 y 1973. Por su parte, la productividad casi no registra cambio, pues apenas se ha elevado de 4.4 a 5.1 toneladas anuales por hombre en los últimos 15 años. Más del 80% de

1 El valor de la producción pesquera se ha calculado incluyendo la conservación, empaquetado y enlatado de pescados y mariscos y la construcción, reconstrucción y reparación de embarcaciones. Se ha hecho así para poder relacionarlo con la IADE del sector pesca que se ha definido como totalmente integrado. Véase: Introducción al Anexo Estadístico No. 1.

las embarcaciones tienen capacidad inferior a 3 toneladas y prácticamente todas son de madera.

La situación no es más alentadora en la industria del sector: del total de especies extraídas, se procesaba apenas un 10%. Aunque en 1975 existían en el país más de 300 empresas procesadoras, se observó que en general trabajaban con una organización y nivel tecnológico inadecuados y su capacidad instalada no se aprovechaba plenamente.

El renglón más desarrollado de la industria pesquera es la capacidad de congelación (2 000 toneladas en 1971 y 10 000 toneladas en 1975). Sin embargo, en este mismo aspecto se advierte la desequilibrada explotación de nuestra riqueza pesquera: cerca del 80% de las plantas congeladoras procesan exclusivamente camarón. Además, el procesamiento industrial por congelación da como resultado alimentos relativamente caros, inaccesibles por sus precios para la mayor parte de la población.

A todo esto hay que agregar otras limitaciones: la maquinaria y equipo básico provienen fundamentalmente del exterior; la industria del país proporciona solamente equipo de procesamiento auxiliar de baja calidad (equipo para elaborar pescado seco, salado y ahumado), cuya producción se realiza a nivel semiartesanal. Además, la tecnología que se utiliza en el proceso no es siempre la más adecuada y a menudo se improvisa.

La piscicultura tiene dos modalidades: la intensiva, consistente en la producción de peces bajo condiciones controladas; y la extensiva, que se realiza mediante la siembra de crías, dejando al azar su crecimiento y engorda.

En México se ha venido practicando la piscicultura extensiva y se cuenta ya con un gran número de embalses que han sido sembrados con crías de peces de especies comerciales; por existir ya en estos embalses un recurso pesquero potencial muy grande, puede lograrse a corto plazo un aprovechamiento sustancial del mismo. Para el desarrollo de estas actividades se requiere de programas de capacitación en manejo, construcción y reparación de artes de pesca, embarcaciones menores y motores; de programas de conservación de productos; y de apoyo financiero y para la comercialización.

A mediano plazo, el desarrollo de la piscicultura intensiva en el país presenta muy buenas perspecti-

vas. La experiencia nacional, aunque muy escasa, sugiere rendimientos de cuatro toneladas anuales por hectárea con especies de tilapia, en condiciones rústicas, climas subtropicales y con alimentación exclusivamente natural. La introducción de este tipo de técnicas en las zonas campesinas requiere de un financiamiento mínimo, de una participación decidida y coordinada de los organismos relacionados en forma directa con la piscicultura en el país (SIC, SAG, SRA y SRH, principalmente) y de una amplia participación del campesinado en la elaboración y puesta en práctica de los programas. Los beneficios de tales actividades serían, como la experiencia de otros países ha demostrado, elevación de la productividad de la tierra y del campesino, aumento en los niveles de consumo y de ingreso de la población campesina, abaratamiento del producto, absorción de mano de obra rural y, sobre todo, avance en la organización campesina.

En los países avanzados, desde la segunda mitad del siglo XIX, se sintió la creciente necesidad de información científica en aspectos pesqueros y se consideró que la legislación, reglamentos y disposiciones gubernamentales sobre la industria respectiva deberían basarse en evidencias científicas; esto ha traído como consecuencia un gran desarrollo de la investigación relacionada con los recursos pesqueros y las pesquerías. Cada vez se hace más necesario abandonar la idea de que la pesca es una actividad puramente empírica, y concebirla como una actividad íntimamente vinculada con la investigación oceanográfica interdisciplinaria.

En algunos países de mayor desarrollo pesquero y científico que el nuestro, el estado de las investigaciones marinas posibilita una planeación adecuada a la pesca, pues se pueden predecir con cierta exactitud hechos tan importantes como las zonas de mayor abundancia de las especies, los volúmenes que se podrán capturar en la próxima temporada de pesca, o las tallas promedio que se espera obtener.

Los conocimientos científicos y tecnológicos que se requieren para resolver los múltiples problemas de este sector exigen la participación de especialistas de diversas carreras y áreas profesionales. Para sacar del subdesarrollo las actividades de pesca y la industria pesquera, el país precisa de personal capacitado en evaluación y cultivo de los recursos potenciales; en operación y mantenimiento de los instrumentos de pesca; en conservación y transformación del producto; y en administración y organización, tanto a nivel de planta, unidad productiva o laboratorio, como a

nivel de la regulación del sector pesquero en su conjunto. Esto es, desde investigadores científicos hasta personal con una visión global del sector. Se requiere, asimismo, canalizar financiamiento y suficientes recursos humanos hacia las actividades de investigación y prospección pesqueras; hacia estudios de preinversión; hacia la construcción de embarcaciones y diseño y fabricación de equipo; y hacia la producción, procesamiento y comercialización de los productos.

La gran variedad de especies que se encuentran en México, y la especificidad de algunas, demandan conocimientos y tecnologías no disponibles en muchos casos a nivel mundial, ya que los países con sistemas pesqueros desarrollados han debido enfrentarse a una problemática distinta y, en consecuencia, sus soluciones difieren sustancialmente de las adecuadas a países como el nuestro.

El desarrollo tecnológico en el sector se caracteriza por una gran heterogeneidad. Junto al subsector avanzado de captura y procesamiento del camarón y otros productos de exportación, la mayoría de los pescadores, ateniéndose a sus medios técnicos tradicionales, no han desarrollado significativamente su capacidad de producción. Los medios de producción modernos —barcos y plantas procesadoras— se concen-

tran tradicionalmente en el sector privado y en una proporción menor en las cooperativas. Actualmente el Estado comienza a tener una importante participación en la producción pesquera.

Los centros de investigación sobre pesca se encuentran mayoritariamente en organismos del Gobierno Federal (el 66.7% de las unidades que realizaban investigación sobre este sector en 1974) y en centros de enseñanza superior públicos (25.6% de las unidades). Una sola unidad se localizaba en empresas privadas de capital nacional y ninguna en empresas extranjeras. Hasta ahora la mayor parte del esfuerzo científico se ha dirigido a la biología marina o "ciencias del mar", desatendiendo casi por completo la biología pesquera, área de conocimientos sustancialmente aplicados. En materia de investigación tecnológica sobre artes de pesca y procesamiento industrial, el esfuerzo es verdaderamente raquítico. La inversión del sector en investigación aplicada y desarrollo experimental (IADE) es equivalente al 3.7% del valor agregado del mismo (véase Cuadro 1)².

De acuerdo con la encuesta realizada por el CONACYT en 1973-1974, en el sector se localizaban 39 unidades de IADE orientada a sectores específicos. Las unidades son, en general, pequeñas; de hecho nin-

TAMAÑO DE LAS UNIDADES DE IADE SEGUN EL NUMERO DE INVESTIGADORES EN PESCA				
1974				
CLASES	Número de unidades en cada clase		Número total de investigadores ¹ en cada clase	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
De 4 ó menos investigadores	29 ²	74.4	50	32.3
De 5 a 10 investigadores	5	12.8	30	19.4
De 11 a 20 investigadores	5	12.8	75	48.3
De 21 ó más investigadores	0	0.0	0	0.0
T o t a l	39	100.0	155	100.0

1. Se define como investigador la persona que realiza IADE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.

2. Incluye 5 unidades con cero investigadores según la definición de 1.

FUENTE: Cuadros 9 y 10.

2. Véase nota 1 supra.

NIVEL DE ESTUDIOS DE LOS INVESTIGADORES ¹ EN PESCA						
1974						
NIVEL DE ESTUDIOS	Total de investigadores		Con estudios en el país		Con estudios en el extranjero	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
Doctorado	14	9.0	2	1.6	12	41.5
Maestría	8	5.2	5	4.0	3	10.3
Especialización	37	23.9	30	23.8	7	24.1
Licenciatura	96	61.9	89	70.6	7	24.1
Total	155	100.0	126	100.0	29	100.0

1. Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.

FUENTE: Cuadro 18.

guna de ellas contaba con más de veinte investigadores y 29 unidades (74.4%) tenían cuatro o menos investigadores absolutos y concentraban el 30.2% de los investigadores equivalentes del sector. Estos datos revelan una gran dispersión de recursos humanos y la inexistencia de masas críticas. Por otra parte, el nivel de preparación de los investigadores no era muy alto: el 85.8% poseía estudios de licenciatura y de especialidad, y solamente un 14.2% de posgrado. Cabe agregar que no existe en México ninguna institución educativa que forme personal técnico o profesional para la piscicultura (véase cuadros 9, 10 y 18).

El gasto estimado por investigador equivalente era, en 1974, de 408.6 mil pesos, superior al promedio nacional de 370.2 mil pesos. Más del 90% del personal de IDE del sector dedicaba medio tiempo o tiempo completo a la investigación, porcentaje relativamente alto, ya que el promedio nacional correspondiente es un poco inferior al 75%. Los investigadores equivalentes del sector representaban el 2.4% del total del país (véase cuadros 1, 9 y 20).

Del personal equivalente que realizaba actividades de IADE en el sector, había 67 personas con for-

GASTO EN INVESTIGACION APLICADA Y DESARROLLO EXPERIMENTAL EN PESCA.					
1974					
Conceptos	Datos del sector	% del total nacional	Promedios	A nivel del sector	A nivel nacional
1. Gasto en IADE (miles de pesos) ¹	46 250	2.6	1. Gasto promedio por unidad (miles de pesos)	1 185.9	1 245.5
2. Número de unidades que realizan IADE ²	39	2.8	2. Gasto promedio por investigador ETC (miles de pesos)	408.6	370.2
3. Número de investigadores en ETC ³	113.2	2.4	3. Promedio de investigadores ETC por unidad	2.9	3.4

1. Estimación realizada con base en un incremento del 29.82% del gasto nacional en ciencia y tecnología en el período 1973-1974; puesto que se tienen datos de gasto en IDE para 1973, se infiere un incremento idéntico al del gasto total en ciencia y tecnología.

2. El dato incluye también unidades con cero investigadores.

3. Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura. ETC=45.07 horas a la semana, cifra que corresponde al promedio de horas a la semana dedicadas a actividades científica y técnicas por el personal definido genéricamente como de tiempo completo.

FUENTE: Cuadros 1, 9 y 10.

mación en biología, que representaban el 46.7% del personal del sector; 31 en tecnologías pesqueras y piscicultura (21.6%), 15 en ingeniería (10.4%), 10 en oceanografía (6.9%) y 11 en economía (7.6%). No había personal con formación en ingeniería marina y portuaria realizando labores de IADE en pesca (véase Cuadro 22).

El 86% del gasto en IADE, 35.6 millones de pesos, lo ejerce el sector público. Dos instituciones, la Dirección General de Irrigación y Control de Ríos y el Instituto Nacional de Pesca, canalizaron más del 61% de ese gasto. Además, el instituto recién mencionado, concentró más del 43% de las unidades y personal del sector (véase Cuadro 1).

Existen múltiples organismos que se relacionan con las actividades de pesca, algunos de los más importantes, fuera de los ya aludidos, son:

La Subsecretaría de Pesca de la SIC, que tiene a su cargo la administración de los recursos bióticos del mar y de aguas continentales, y de la cual dependen cuatro direcciones generales —de Regiones Pesqueras, de Planeación y Promoción Pesquera, de Tecnología Pesquera, y de Capacitación y Fomento Cooperativo Pesquero— con funciones administrativas y promotoras de la pesca, y el Instituto Nacional de Pesca. Este tiene responsabilidades en materia de investigaciones de la fauna acuática; planeación y supervisión del establecimiento de zonas y laboratorios experimentales; asesorías en vedas y cultivo de especies acuáticas; opiniones técnicas y científicas; y estudio de la contaminación que pueda dañar especies de importancia pesquera. El Instituto cuenta con dos embarcaciones equipadas para pesca exploratoria.

La SIC proporciona un servicio de estadística de producción pesquera. La Comisión Nacional Consultiva de Pesca, organismo intersecretarial de consulta, en colaboración con la SIC y otros organismos, realiza estudios en todos los aspectos de la industria pesquera; asesora al Ejecutivo en aspectos legales y de promoción; elabora un programa anual de trabajo para el desarrollo de la actividad; colabora en tareas de promoción, vigilancia y educación pesquera; patrocina, conjuntamente con la SIC, el Centro de Información de Pesca.

La SEP creó en 1972 la Dirección General de Enseñanza Tecnológica Pesquera, que ahora funciona como Dirección General de Ciencias y Tecnologías

del Mar, la cual ha establecido treinta escuelas tecnológicas de nivel medio básico o secundario, cinco preparatorias y dos tecnológicas pesqueras. La SEP también participa, en colaboración con la Subsecretaría de Pesca, en la capacitación de pescadores.

La Nacional Financiera, S.A., es fiduciaria de tres fideicomisos relacionados con la pesca: Fideicomiso Único para el Desarrollo de la Flora y Fauna Acuática, que financia estudios y obras relacionadas con la preservación y condiciones ambientales de la flora y fauna acuáticas; Fideicomiso para el Desarrollo de la Fauna Acuática, que financia estudios y obras tendientes a mejorar los sistemas ecológicos para el cultivo, protección, industrialización y comercialización de la fauna acuática; y Fideicomiso para la Educación Pesquera Integral, que financia embarcaciones y bienes necesarios para la investigación y educación pesqueras, señalados en el Plan Nacional de Educación Pesquera Integral formulado por la SEP.

Existen muchos otros fideicomisos relacionados con problemas del mar, aparentemente establecidos sin ninguna coordinación. Es necesario un análisis sistemático de la presente organización institucional con el fin de reestructurarla para aprovechar óptimamente los limitados recursos económicos y humanos de que se dispone.

El Banco Nacional de Fomento Cooperativo es uno de los organismos que administra diversos fideicomisos del Gobierno Federal y, específicamente, los programas de construcción de embarcaciones pesqueras y plantas destinadas al sector cooperativo.

La Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN, en su Departamento de Zoología, realiza investigaciones sobre ecología y contaminación en lagunas, estuarios y ríos.

La Escuela Superior de Ciencias Marítimas y Tecnología de Alimentos, en Guaymas, Son., del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, imparte la carrera de ingeniero bioquímico especializado en ciencias marítimas y tecnología de alimentos; cuenta con 380 alumnos y 50 egresados como promedio al año. El reducido grupo de profesores altamente calificados de que dispone y la falta de presupuesto para investigación constituyen los problemas principales de esta escuela.

Recientemente se estableció en la SRA la Dirección General de Desarrollo Pesquero Ejidal, destinada

a promover la explotación de los recursos pesqueros en el sector agrícola ejidal; deberá otorgar asistencia técnica, capacitación y asesoría legal a organizaciones campesinas.

Existen otras instituciones que realizan actividades relacionadas con este sector. En algunas universidades del país se preparan profesionistas en diversas disciplinas, los cuales posteriormente se orientan hacia actividades del mar (universidades de Guadalajara, Morelos, Nuevo León y Veracruz); las universidades autónomas de Sinaloa, Guerrero, Nayarit, Tamaulipas y Veracruzana imparten carreras a nivel profesional para el área; el Instituto Oceanológico del Pacífico, creado en 1974, ofrece una carrera de biólogo pesquero.

Recientemente el Estado ha empezado a utilizar para la investigación cuadros científicos y técnicos que antes realizaban labores administrativas. Entre los motivos que explican tal cambio, destaca la situación crítica de algunos de los principales recursos pesqueros producida por una explotación irracional, como son los casos del camarón, el abulón, la langosta y el ostión. El cambio en la política de uso de los cuadros científicos produjo la reestructuración y reorganización del Instituto Nacional de Pesca. Por la misma razón han aumentado los vínculos entre algunos de los institutos de investigación pesquera y el sector productivo, principalmente a través de la demanda de investigaciones tendientes a conservar y/o aumentar los niveles de explotación actuales, a cuantificar los recursos y a desarrollar métodos de pronóstico de capturas y métodos de extracción más costeables. Cabe insistir en que el esfuerzo realizado hasta la fecha es sólo una parte de lo que el país requiere en este campo.

Los estudios de geología marina y de biología pesquera y la investigación oceanográfica, física y química de apoyo a la pesca son insuficientes. No se ha dado la debida importancia al estudio de la explotación de las existencias naturales y del rendimiento disponible de los recursos; tampoco se ha llegado a predecir y pronosticar con precisión la potencialidad de la población estudiada. En algunos casos se carece de elementos científicos básicos para el establecimiento de vedas y hay serias deficiencias en el conocimiento de algunas especies que son fundamentales para el desarrollo pesquero del país. Cabe señalar, sin embargo, que en los últimos años se han logrado algunos avances en la comprobación de los recursos pesqueros en aguas de la costa del Pacífico, comprobación que comprende: evaluación de las exis-

tencias, localización y obtención técnica del recurso, e implantación de técnicas de transformación y mantenimiento de la calidad del producto.

Es muy poco lo que se ha investigado sobre acuicultura y piscicultura, o sobre las posibilidades de incrementar la producción mediante el mejoramiento ambiental en lagunas costeras y esteros (se han realizado numerosos ensayos, pero sin suficientes bases científicas). Se ha dado poca atención a servicios que son de especial importancia, en particular los servicios referentes a cartas de pesca y estadísticas de producción pesquera. Prácticamente no se ha investigado nada sobre las tecnologías de captura y procesamiento más adecuados a las condiciones de México.

La posibilidad de aumentar la producción pesquera radica, en este momento, fundamentalmente en el desarrollo de tres renglones: la pesca de recursos marinos masivos como la anchoveta, cuya captura ha fluctuado en los últimos años entre 45 y 55 mil toneladas, en circunstancias que pueden extraerse 500 mil toneladas anuales sin perjudicar el recurso; la pesca en aguas interiores, incluida la piscicultura extensiva, para la cual se requerirá sobre todo organización e introducción de tecnologías artesanales sencillas; y la piscicultura intensiva, campo en el que el Instituto Nacional de Pesca ha iniciado recientemente un programa experimental. Por su parte, una importante posibilidad para el desarrollo industrial reside en la formación de pequeñas y medianas industrias que puedan funcionar con equipo de fabricación interna.

Entre los problemas técnicos que todavía siguen sin solucionarse, se encuentran los siguientes: falta de tecnología idónea para los procesos productivos y para el control de calidad (ingeniería bioquímica); de expertos en diseño y fabricación de los diferentes equipos (ingeniería electromecánica); de tecnología para aprovechar los subproductos (investigaciones químicas y bioquímicas); de tecnología adecuada para la elaboración de nuevos productos, tanto para el consumo humano como animal (investigaciones científicas y tecnológicas); de capacidad técnica para prevenir la contaminación por desechos (investigaciones interdisciplinarias).

La ausencia de políticas coherentes con respecto al diseño y construcción de embarcaciones pesqueras y construcción de partes y equipos básicos de pesca explica que se hayan soslayado ingentes necesidades de investigación y desarrollo experimental en la materia.

Tanto el estudio de los recursos del mar y de las aguas internas como el desarrollo de tecnologías de explotación, procesamiento y cultivo -desarrollo este último apenas iniciado recientemente- necesitan ser fortalecidos, pues se trata de un campo de gran importancia económica y social para el país. Una más amplia y racional explotación de estos recursos contribuirá a mejorar los niveles de alimentación, a fortalecer la balanza de pagos, a crear un volumen importante de empleos en las actividades de cultivo y explotación, en el procesamiento industrial y en la fabricación de los equipos requeridos.

La reciente puesta en marcha, bajo auspicios del CONACYT, del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología para el Aprovechamiento de los Recursos Marinos representa un importante paso para integrar las actividades de investigación que realizan las distintas instituciones de enseñanza superior.

B. Objetivo.

Desarrollar una capacidad científica y tecnológica autónoma en biología marina y pesquera, técnicas de cultivo, captura, procesamiento y comercialización, con el fin de incrementar y explotar racionalmente el potencial pesquero de la zona económica exclusiva y de las aguas internas, con atención prioritaria a los pequeños productores y en beneficio de amplios grupos de la población.

C. Lineamientos de política.

Para conseguir este objetivo, se promoverá prioritariamente las siguientes actividades:

1. Actividades científicas y técnicas necesarias para el desarrollo de una capacidad tecnológica autónoma en captura y procesamiento de productos pesqueros.

2. Desarrollo de una capacidad tecnológica autónoma sobre embarcaciones y artes de pesca, empezando por las destinadas a la piscicultura, la pesca en lagunas costeras, esteros y plataforma continental adyacente, y continuando con las relativas a la pesca de altura.

3. Investigaciones encaminadas a identificar y satisfacer los requerimientos científicos y tecnológicos de las actividades de pesca, procurando que en tales investigaciones participen directamente los usua-

rios potenciales, para que la puesta en práctica de los resultados tenga efectos socioeconómicos positivos para la población de las zonas pesqueras.

4. Desarrollo de tecnologías para el cultivo, captura y procesamiento de las especies del país que tengan interés económico y para las cuales las tecnologías disponibles no sean adecuadas.

5. Selección, adaptación y difusión de tecnologías que permitan a los pequeños productores aumentar su productividad.

6. Investigaciones para aumentar el conocimiento sobre los recursos marinos y de las aguas costeras e interiores, particularmente de las especies biológicas de mayor importancia nutricional y económica, sobre todo de las destinadas al mercado interno. Los estudios deberán generar los conocimientos necesarios para fijar las vedas y otras medidas de regulación en el caso de las especies y zonas que carezcan de ellas, y para la planeación del sector.

7. Investigaciones sobre procesamiento y conservación de productos pesqueros para identificar, mejorar y poner en práctica métodos de elaboración baratos y sencillos, que permitan que el producto esté al alcance de los grandes núcleos de la población. Los aspectos de manejo, industrialización y comercialización de productos de origen pesquero deberán considerarse dentro de una política general de tecnología de alimentos.

8. Recolección, estudio, clasificación y preservación de muestras biológicas de especies de interés científico y económico, tanto provenientes del mar como de las aguas interiores.

9. Investigaciones sobre las posibilidades de incrementar la producción mediante el mejoramiento ambiental en lagunas costeras y esteros.

10. Investigación y desarrollo experimental tendiente a identificar, probar y desarrollar métodos de captura de organismos marinos utilizados en el procesamiento de productos de uso farmacéutico.

11. Investigación y difusión en materia de piscicultura, con énfasis en la rural intensiva, para mejorar las condiciones de vida de los habitantes de las zonas campesinas, abaratar el pescado y productos

Tanto el estudio de los recursos del mar y de las aguas internas como el desarrollo de tecnologías de explotación, procesamiento y cultivo -desarrollo este último apenas iniciado recientemente- necesitan ser fortalecidos, pues se trata de un campo de gran importancia económica y social para el país. Una más amplia y racional explotación de estos recursos contribuirá a mejorar los niveles de alimentación, a fortalecer la balanza de pagos, a crear un volumen importante de empleos en las actividades de cultivo y explotación, en el procesamiento industrial y en la fabricación de los equipos requeridos.

La reciente puesta en marcha, bajo auspicios del CONACYT, del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología para el Aprovechamiento de los Recursos Marinos representa un importante paso para integrar las actividades de investigación que realizan las distintas instituciones de enseñanza superior.

B. Objetivo.

Desarrollar una capacidad científica y tecnológica autónoma en biología marina y pesquera, técnicas de cultivo, captura, procesamiento y comercialización, con el fin de incrementar y explotar racionalmente el potencial pesquero de la zona económica exclusiva y de las aguas internas, con atención prioritaria a los pequeños productores y en beneficio de amplios grupos de la población.

C. Lineamientos de política.

Para conseguir este objetivo, se promoverá prioritariamente las siguientes actividades:

1. Actividades científicas y técnicas necesarias para el desarrollo de una capacidad tecnológica autónoma en captura y procesamiento de productos pesqueros.

2. Desarrollo de una capacidad tecnológica autónoma sobre embarcaciones y artes de pesca, empezando por las destinadas a la piscicultura, la pesca en lagunas costeras, esteros y plataforma continental adyacente, y continuando con las relativas a la pesca de altura.

3. Investigaciones encaminadas a identificar y satisfacer los requerimientos científicos y tecnológicos de las actividades de pesca, procurando que en tales investigaciones participen directamente los usua-

rios potenciales, para que la puesta en práctica de los resultados tenga efectos socioeconómicos positivos para la población de las zonas pesqueras.

4. Desarrollo de tecnologías para el cultivo, captura y procesamiento de las especies del país que tengan interés económico y para las cuales las tecnologías disponibles no sean adecuadas.

5. Selección, adaptación y difusión de tecnologías que permitan a los pequeños productores aumentar su productividad.

6. Investigaciones para aumentar el conocimiento sobre los recursos marinos y de las aguas costeras e interiores, particularmente de las especies biológicas de mayor importancia nutricional y económica, sobre todo de las destinadas al mercado interno. Los estudios deberán generar los conocimientos necesarios para fijar las vedas y otras medidas de regulación en el caso de las especies y zonas que carezcan de ellas, y para la planeación del sector.

7. Investigaciones sobre procesamiento y conservación de productos pesqueros para identificar, mejorar y poner en práctica métodos de elaboración baratos y sencillos, que permitan que el producto esté al alcance de los grandes núcleos de la población. Los aspectos de manejo, industrialización y comercialización de productos de origen pesquero deberán considerarse dentro de una política general de tecnología de alimentos.

8. Recolección, estudio, clasificación y preservación de muestras biológicas de especies de interés científico y económico, tanto provenientes del mar como de las aguas interiores.

9. Investigaciones sobre las posibilidades de incrementar la producción mediante el mejoramiento ambiental en lagunas costeras y esteros.

10. Investigación y desarrollo experimental tendiente a identificar, probar y desarrollar métodos de captura de organismos marinos utilizados en el procesamiento de productos de uso farmacéutico.

11. Investigación y difusión en materia de piscicultura, con énfasis en la rural intensiva, para mejorar las condiciones de vida de los habitantes de las zonas campesinas, abaratar el pescado y productos

afines y aumentar el consumo de proteínas de origen animal en los núcleos más pobres de la población.

12. Estudios socioeconómicos de las relaciones prevalecientes en el sector entre los distintos tipos de pescadores, entre éstos y los propietarios de equipos y plantas, y entre pescadores, comerciantes, procesadores y agentes financieros.

13. Estudios multidisciplinarios de las poblaciones pesqueras y de los grupos de productores, especialmente de las cooperativas, tendientes a precisar las tecnologías y los métodos de organización más adecuados a sus condiciones.

14. Estudio sistemático de la organización institucional para la producción, investigación, promoción y regulación pesqueras, con el objetivo de determinar una organización más eficiente, que conduzca al desarrollo del sector sobre bases de equidad, con particular énfasis en la necesidad de establecer

una vinculación estrecha entre la investigación, la docencia y los usuarios.

15. Estudios de la legislación pesquera vigente con el objeto de identificar los elementos de ella que, con las necesarias modificaciones y actualizaciones, sirvan para estimular el desarrollo del sector.

16. Difusión de los resultados de las investigaciones por conducto de publicaciones especializadas y de divulgación que habrán de crearse.

17. Aumento de la participación de las grandes empresas estatales y privadas nacionales en el financiamiento de la investigación pesquera.

18. Elaboración de cartas de pesca.

19. Programas de capacitación y asistencia técnica en manejo, construcción y reparación de artes de pesca y de embarcaciones menores; en conservación de productos; y en métodos de cultivo y captura.

4. Industria manufacturera.¹

A. Situación actual.

a. Panorama general.

El grado de desarrollo tecnológico en la producción de bienes intermedios y de bienes de capital es determinante para el desarrollo de la tecnología en otras actividades. Los países que alcanzan la autonomía en estas dos ramas logran la autodeterminación tecnológica general, en tanto que los países dependiente en ellas —y en energéticos— son países tecnológicamente dependientes.

El proceso de industrialización en México tuvo sus inicios en el último cuarto del siglo XIX y se aceleró por la influencia que la Gran Depresión y la Segun-

da Guerra Mundial ejercieron sobre la economía mexicana. En el período posbélico, este proceso tomó claramente la forma de sustitución de importaciones en un frente cada vez más amplio: empezó con el desplazamiento de bienes de consumo de manufactura simple que provenían del exterior, reemplazándolos con los productos de una incipiente estructura industrial establecida con anterioridad a 1939, para seguir con la sustitución de ciertos bienes intermedios, sobre todo los asociados a la producción de los primeros, y pasar, posteriormente, y con un rezago considerable, a la producción interna de algunos bienes de capital.

A pesar de las restricciones impuestas por un mercado relativamente pequeño debido a los patro-

1. Incluye la producción de bienes de consumo no duraderos (alimentos, bebidas, tabaco, textiles, calzado, vestido, madera y muebles, cuero y sus productos y otras industrias); de bienes intermedios (papel y sus productos, hule y sus productos químicos —incluyendo fertilizantes—, derivados del petróleo y carbón —excepto energéticos—, productos minerales no metálicos y metales básicos); y de bienes de consumo duraderos y de capital (industria de automotores, de aparatos domésticos, y fabricación de todo tipo de maquinaria, equipo, herramientas y, en general, bienes de producción excepto las construcciones). Se excluye, por tanto, la construcción, la generación de energía, la producción de energéticos y la extracción de productos minerales.

nes de distribución del ingreso, en el período posbélico la industria manufacturera se convirtió en el sector más importante y más dinámico de nuestra economía. Mientras entre 1950 y 1973 el producto interno bruto se expandió a una tasa real promedio del 6.3% anual, la industria manufacturera creció a una tasa del 7.4%. Consecuentemente, la participación de la industria en el PIB (calculada a precios constantes de 1960) aumentó en el mismo período del 18.5% al 23.7%.

El proceso de sustitución de importaciones fue de gran intensidad en todo el período posbélico: el coeficiente global de importaciones (porcentaje del PIB que representa el total de importación de bienes y servicios) disminuyó de más del 15% a alrededor del 10% entre 1950 y 1969 y la proporción de manufacturas importadas respecto del consumo aparente de este tipo de bienes se contrajo del 18.4 al 11.5% en el mismo período. La oferta de la industria nacional respondió a la estructura y evolución de la demanda interna, que se caracterizó por su relativa lentitud de crecimiento (particularmente por lo que se refiere a bienes de consumo no duraderos). Esta correspondencia permitió que el proceso ocurriera sin grave escasez de productos, alzas de precios o presiones sobre la balanza de pagos.

La tasa promedio de crecimiento industrial del 7.4% al año resulta de ritmos de desarrollo diferentes de los tres subsectores de la industria manufacturera en los distintos períodos: bienes de consumo no duraderos, bienes intermedios y bienes de consumo duraderos y de capital. En la década de los cincuentas, la reducción de los márgenes de sustitución de importaciones de bienes de consumo no duraderos, la persistencia del proceso inflacionario y la concentración del ingreso determinaron un crecimiento relativamente lento del subsector de bienes de consumo no duraderos, frente a un crecimiento comparativamente más rápido de la industria de bienes intermedios. Como resultado de las diferencias en el ritmo de avance, la estructura industrial registró cambios significativos: mientras en 1950 la industria de bienes de consumo no duraderos representaba el 75.3% del valor agregado del sector manufacturero, la de bienes intermedios el 15.4% y la de bienes de consumo duraderos y de capital (principalmente la industria automovilística) el 9.3% restante, en 1960 las proporciones eran del 65.8%, el 21.6% y el 12.6% respectivamente.

En la década de los sesentas, operan con éxito una serie de instrumentos de promoción y fomento, aumenta la afluencia de inversiones extranjeras y se desarrollan industrias como la automovilística y la petroquímica, que dan al sector una fisonomía más avanzada. La demanda de bienes de consumo no duraderos continúa creciendo muy despacio. Como consecuencia de todo esto, el país contaba en 1973 con una estructura industrial bastante distinta de la de 1960: el subsector de bienes de consumo no duraderos, objeto de una modernización considerable, representaba en 1973 el 51.8% del valor agregado de la industria manufacturera; el subsector de bienes intermedios el 29.1% y el de bienes de consumo duraderos y de capital el 19%. Sin embargo, estas cifras encubren el rezago en la producción de bienes de capital, que en 1973 constituía apenas el 5% de la producción manufacturera del país, excluyendo transportes. La mayor parte de la expansión del subsector en el período 1960-1973 corresponde a la industria de bienes de consumo duraderos (industrias de automotores y de aparatos domésticos).

La estructura industrial de México se caracteriza hoy por: a) una gran heterogeneidad inter e intrasectorial y una creciente concentración de la producción en grandes unidades; b) la dominación del capital extranjero en las ramas dinámicas, particularmente las productoras de bienes intermedios y de consumo duraderos, con excepción de la siderurgia y la petroquímica; c) el uso preferente de tecnologías ahorradoras de mano de obra; y d) la fuerte dependencia de la tecnología de origen externo, acompañada por la persistente debilidad tanto de la demanda como la de la oferta de conocimientos tecnológicos producidos en el país.

Para dar solamente algunos indicadores del grado de concentración industrial en México, cabe mencionar que después de un cuarto de siglo de iniciado el proceso de sustitución de importaciones, de acuerdo con el censo industrial de 1970, el 0.5% de los establecimientos industriales —la gran industria— controlaba en ese año casi el 30% del capital total invertido y el 24% del valor agregado de la industria manufacturera. Por otra parte, de las 230 ramas industriales (al nivel de cuatro dígitos) que componen la industria manufacturera, en 46 ramas los cuatro más grandes establecimientos generaban el 75% de la producción y en 114 ramas, más del 50%. En estas últimas 114 ramas se generó el 40% de la producción industrial. Los cuatro establecimientos más grandes de cada rama gene-

raron en promedio el 43% de la producción industrial. Como podría esperarse, el grado de concentración es todavía mayor en las ramas controladas por el capital extranjero.

La producción industrial está altamente concentrada desde el punto de vista geográfico. En ocho entidades federativas que tenían el 49% de la población total y el 58% de la urbana se generó, en 1960, el 75% del producto interno bruto industrial; tres entidades (Distrito Federal, Estado de México y Nuevo León), que tenían el 22.5% de la población total y el 34.4% de la urbana, generaron el 54% del producto bruto industrial. La Zona Metropolitana de la Ciudad de México prácticamente generaba el 45% del producto industrial. La concentración en ese año fue mayor a la que se presentaba en 1940.

Los índices regionales de producto por persona ocupada en la industria mostraron, en ese mismo año, notables diferencias: las tres entidades con mayor desarrollo industrial tenía, en conjunto, una productividad de un 21% más que la media nacional; las 24 entidades de menor desarrollo tenían una productividad de un 21% menos que la media nacional.

El dominio que las empresas transnacionales ejercen sobre la industria manufacturera crece con bastante rapidez. Mientras el valor acumulado de la inversión privada extranjera en México, a precios corrientes, aumentó entre 1950 y 1970 de 4,896 millones de pesos a 35,278 millones, el valor acumulado de esta inversión en la industria manufacturera pasó de 1,279 millones de pesos a 26,250 millones (del 26% al 73.8% del total). Entre 1962 y 1970, las empresas extranjeras aumentaron su participación en el valor total de la producción de la industria manufacturera a un ritmo mayor que su participación en el valor de la producción total.

La presencia del capital extranjero es particularmente acentuada en la industria de bienes intermedios y en la de bienes de consumo duraderos y de capital. Mientras en la industria manufacturera en su conjunto las filiales de empresas transnacionales² generaron en 1970 el 35% del valor de la producción, en la industria de bienes de consumo no duraderos participaron con el 22% del valor de la producción, con el 42.1% en la de bienes intermedios y con el 47.3% en la de bienes de consumo duraderos y de capital. Además, las em-

presas filiales de las transnacionales se localizan fundamentalmente en los sectores más concentrados, más dinámicos y de más alta productividad, rentabilidad y relación capital-trabajo; y superan a las empresas nacionales en cuanto a tamaño, relación capital-trabajo productividad y rentabilidad.

La concentración industrial y el cada vez mayor predominio de las filiales de empresas transnacionales en las ramas más dinámicas del sector manufacturero se vieron acompañados por un modelo de desarrollo tecnológico basado en el uso creciente de tecnologías ahorradoras de mano de obra, como lo demuestra el hecho de que el empleo industrial creció a una tasa claramente inferior a la del producto y, sin embargo, relativamente alta si se compara con otros países con tasas similares de crecimiento en el producto industrial. El empleo en el sector manufacturero, que pasó del 11.8% de la población económicamente activa total en 1950 al 16.7% en 1970, creció a una tasa media anual del 4.8% en la década de los cincuentas y del 3.5% en la siguiente década.

El uso intensivo del capital se explica por el comportamiento tecnológico de las empresas extranjeras y su efecto "demostración" sobre las nacionales; y por la estructura del sistema fiscal y la protección arancelaria, que favorecen la inversión en maquinaria y equipo y su importación. El conjunto de políticas laborales representa otro incentivo al uso de tecnologías ahorradoras de mano de obra. Por último, este modelo de desarrollo tecnológico se ve reforzado por la ausencia de políticas de fomento para desarrollar internamente tecnologías más adecuadas a la dotación de factores de producción y al tamaño del mercado, y por la poca inclinación de los empresarios mexicanos a incurrir en riesgos tecnológicos.

Aunque no se dispone de datos detallados sobre las fuentes de la tecnología usadas por el sector manufacturero en su conjunto, se ha estimado que el 90% de los establecimientos manufactureros grandes y medianos, en los que se origina casi la totalidad de las necesidades tecnológicas industriales, satisfacen su demanda en el exterior, mediante la compra de tecnología incorporada en bienes de capital, equipo, refacciones y herramientas, o adquiriendo tecnología no incorporada a través de contratos de asistencia técnica, uso de patentes y suministro de conocimientos tecnológicos. Solamente en algunas ramas del subsector de bienes intermedios se genera una demanda importante de tecnología producida en el país.

2. Empresas con 15% o más del capital en manos extranjeras.

El costo global de las importaciones de tecnología es difícil de estimar por varias razones. Por un lado, las transacciones tecnológicas entre las filiales de las empresas transnacionales y su casas matrices se registran a valores arbitrarios, convenientes para la empresa en su conjunto. Por otro, no existe un procedimiento satisfactorio para contabilizar los costos de la tecnología incorporada en bienes de capital. Los datos disponibles, que incluyen pagos derivados de contratos por tecnología no incorporada y marcas, indican que el 86.2% de los pagos en la materia corresponden al sector manufacturero. De acuerdo con estos datos, el gasto tecnológico externo de la industria, sin incluir los gastos no contabilizables ya mencionados, sería en 1974 de aproximadamente 2,210 millones de pesos. Esta cifra es mayor que el gasto total de IDE en 1973, y alrededor de dieciséis veces mayor que el gasto nacional en investigación tecnológica para fines industriales. De este total, el 80% es pagado por empresas transnacionales y, por la razón arriba apuntada, no refleja adecuadamente la contraprestación recibida.

En las importaciones de tecnología para la industria, la magnitud y el alto ritmo de crecimiento del gasto no representan, sin embargo, el único inconveniente para el país. Otro, quizás de mayor importancia a largo plazo, proviene del hecho de que estas importaciones se realizan con procedimientos —paquetes tecnológicos, por ejemplo— que no estimulan el desarrollo de la capacidad para producir dentro del país nuevas tecnologías industriales; o, en otras palabras, afianzan en vez de disminuir la dependencia tecnológica del sector manufacturero.

Los pagos por regalías y asistencia técnica realizados por la industria manufacturera presentan una serie de características adicionales:

1. La mayor parte (casi el 60%) de los contratos presentados al Registro Nacional de Transferencia de Tecnología incluyen marcas y, en muchos casos, éstas constituyen la causa real del contrato, aunque en él figuren otros rubros. Los pagos realizados por este concepto —de monto no conocido y de muy difícil separación conceptual— no representan pagos por tecnología; reflejan, más bien, una dependencia comercial de otra índole.

2. Los pagos se concentran en unas cuantas ramas industriales. Cuatro ramas, dos de la industria de bienes intermedios y dos de las de bienes de consumo duraderos y de capital: químico-farmacéutica

(22.2%), químico-industrial (12.6%), maquinaria eléctrica (11.3%) y equipo de transporte (8.9%), realizaron en 1971 el 55% de los pagos. Si a éstas se añaden tres ramas: maquinaria no eléctrica (6.6%), alimentos (6.6%) y bebidas (5.6%) se alcanza el 73.8% de los pagos. Las siete ramas mencionadas generaron el 58% del producto de la industria manufacturera. Los pagos de las empresas transnacionales de la rama químico-farmacéutica, equivalentes al 6% del valor del producto en la rama, fueron de un monto igual a los pagos de todas las empresas privadas nacionales de la industria manufacturera.

3. Los pagos que realizan las empresas transnacionales: a) representan casi el 80% de los pagos totales de la industria manufacturera; b) su coeficiente de importación de tecnología del 2% (pagos por regalías y asistencia técnica entre el valor de la producción) es casi siete veces más alto que el de las empresas privadas nacionales y más del doble que el de las empresas estatales; c) este coeficiente es más elevado en las empresas transnacionales con mayor participación de capital extranjero y muestra no sólo que estas empresas son los principales importadores de tecnología, sino que, probablemente, una parte de los pagos por regalías y asistencia técnica hasta 1973 encubría remisión de utilidades; y d) dentro de cada rama, el pago se encuentra concentrado en las filiales mayores: en diez de las diecinueve ramas industriales, las cinco mayores filiales generan más del 80% de los pagos.

Por otra parte, es necesario indicar que la tecnología "cautiva" que estas empresas transfieren, con bastante retraso, a sus filiales ha sido generada de acuerdo a las condiciones y necesidades de los países capitalistas avanzados. El origen de la tecnología está directamente determinado por la casa matriz de la empresa transnacional; el 73% proviene de Estados Unidos. Una parte importante de la tecnología generada en los países capitalistas avanzados y transferida a los países subdesarrollados, entre otros canales de matriz a filial, es "tecnología de consumo", vinculada a la competencia oligopólica en mercados de consumo de altos ingresos, y está orientada a introducir nuevos productos y diferenciar los existentes. Los pagos en el subsector de bienes de consumo no duraderos ascienden al 15.6% de los pagos de las empresas transnacionales si no se incluye la industria química-farmacéutica, y pasan a 39.5% si se la incluye.

En 1973 el sector manufacturero dedicó a la investigación aplicada y desarrollo experimental (IADE) 137.2 millones de pesos; esta cifra representa el 10.2% del gasto nacional en IDE. Su participación en términos de investigadores equivalentes (587) fue del 12.4%. El sector privado nacional realizó el 41.6% de este gasto, 57 millones de pesos. Esta cifra, a pesar de ser pequeña, es mucho mayor que la gastada por las empresas estatales, 6 millones, y las extranjeras, 12.5 millones (véase cuadros 1 y 9). Aunque se trata de un gasto apenas comparable con el presupuesto de investigación de una sola empresa industrial en Estados Unidos o Europa, el aporte real del sector privado nacional a la IADE es quizá menor de lo que indican estas estimaciones. Con toda probabilidad, una parte considerable de los gastos de la industria privada atribuidos a la IADE cubre de hecho actividades de control de calidad a nivel de empresa y a actividades rutinarias de apoyo al mantenimiento de las operaciones. Por otro lado, bien puede ser que la cifra antes mencionada subestime la magnitud de los gastos de IADE que hacen en el país las empresas extranjeras. Desde fines de la década de los sesentas, algunas subsidiarias de las empresas transnacionales, productoras tanto de bienes de consumo no duraderos como duraderos, han iniciado ciertas actividades tecnológicas en México. Sin embargo, esta investigación se concentra principalmente en las tareas de elaboración y diseño de "nuevos" productos diferenciados de consumo final. Esto, si bien fortalece la posición de las empresas extranjeras en el mercado interno, difícilmente representa contribución alguna a la capacidad tecnológica del país.

La participación del sector público en la IADE asociada a la industria manufacturera es sumamente baja: 29.1% sin incluir los centros de enseñanza superior públicos y 47.9% incluyéndolos. En ningún otro sector, sea de investigación básica o de IADE, es minoritaria la participación del sector público en su conjunto. Concretamente en la IADE orientada a sectores específicos de aplicación, la participación del sector público representa, en promedio, el 82.6% del gasto si se incluyen los centros de enseñanza superior públicos y el 67.5% si no se incluyen. En industria extractiva y energía estos porcentajes son respectivamente 99.6 y 99.5%; en transportes y comunicaciones 95.5% y 82%; en bienestar social 91.7% y 60.9%; en el sector agropecuario y forestal 77.7% y 63%; y en pesca 88.8% y 86% (véase Cuadro 2).

La escasa participación del sector público en la IADE industrial se hace aún más notable cuando se

destaca que una institución del sector público ejerció el 65% del gasto en la materia (sin incluir centros de enseñanza superior).

La IADE en la industria manufacturera representó el 14.3% del gasto total y el 20.2% de los investigadores equivalentes en IADE orientada a sectores específicos de aplicación. Estos porcentajes se comparan desfavorablemente con el porcentaje que el sector representa en el PIB: 23.2%. El gasto en IADE representa el 0.1% del producto del sector, cifra muy por debajo del 0.22% que representa el gasto total de IDE respecto al PIB (véase cuadros 1 y 9). En Estados Unidos y en los países industrializados pertenecientes a la OCDE, entre el 60 y el 70% del gasto de IDE se realiza en la industria (esto incluye, sin embargo, investigación con fines militares). El gasto de IDE representó más del 6% del valor del producto industrial en EE. UU., el 2% en Francia y el 0.9% en Italia. Estas cifras contrastan con las señaladas para el caso de México.

Los datos anteriores vienen a demostrar lo que ya antes se había señalado: la muy escasa capacidad de generación de tecnología industrial. Esta gran debilidad, causa y efecto de la dependencia tecnológica en el sector, repercute en los demás sectores económicos y es la causa básica de la dependencia tecnológica nacional.

Las cifras requieren dos comentarios: a) La encuesta captó fundamentalmente la investigación institucionalizada y especializada; las tareas innovativas a cargo del personal de producción y mantenimiento, aunque seguramente importantes en la industria del país, no fueron captadas, puesto que no asumen la forma de proyectos de IDE. b) Una parte significativa de la IADE, especialmente la que se lleva a cabo en instituciones de investigación desligadas de la industria, no responde a requerimientos específicos de ésta y las probabilidades de que sus resultados se apliquen son, por tanto, escasas.

El gasto y el personal de IADE en el sector muestran una dispersión importante, por un lado, y una gran concentración en unas cuantas unidades de mayor tamaño, por el otro. En 1973 el gasto de 137.2 millones de pesos fue ejercido en 178 unidades, lo cual significa un gasto promedio por unidad de un poco más de 770 mil pesos. En estas unidades había 587 investigadores equivalente, es decir, 3.3 investigadores promedio por unidad. Estos promedios resultan de una gran heterogeneidad. Cerca de la mitad de las

**GASTO EN INVESTIGACION APLICADA Y DESARROLLO EXPERIMENTAL
EN INDUSTRIA MANUFACTURERA**

1974

Conceptos	Datos del sector	% del total nacional	Promedios	A nivel del sector	A nivel nacional
1. Gasto en IADE (miles de pesos) ¹	178.099	10.2	1. Gasto promedio por unidad (miles de pesos)	1 000.6	1 245.5
2. Número de unidades que realizan IADE ²	178	12.7	2. Gasto promedio por investigador ETC (miles de pesos).	302.1	370.2
3. Número de investigadores ETC ³	586.6	12.4	3. Promedio de investigadores ETC por unidad	3.3	3.4

1 Estimación realizada con base en un incremento del 29.82% del gasto nacional en ciencia y tecnología en el período 1973-1974; puesto que se tienen datos de gasto en IDE para 1973, se infiere un incremento idéntico al del gasto total en ciencia y tecnología.

2 El dato incluye también unidades con cero investigadores.

3 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura. ETC=45.07 horas a la semana, cifra que corresponde al promedio de horas a la semana dedicadas a actividades científicas y técnicas por el personal definido genéricamente como de tiempo completo.

FUENTE: Cuadro 1, 9 y 10.

unidades (81), con 2 investigadores o menos, tenía el 9% de los investigadores equivalentes y menos de un investigador equivalente promedio. En el otro extremo, el 4% de las unidades con 21 ó más investigadores, 7 en total, concentraban el 36.3% de los investigadores. En estas unidades había, en promedio, 31

investigadores equivalentes. Aunque resulta difícil juzgar si los tamaños de las unidades son adecuados sin analizar en detalle la naturaleza y objetivos de las tareas involucradas, se puede señalar que solamente las 7 unidades mayores tienen el tamaño crítico necesario para labores sistemáticas de IADE tendientes a

**TAMAÑO DE LAS UNIDADES DE IADE SEGUN NUMERO DE INVESTIGADORES
EN INDUSTRIA MANUFACTURERA.**

1974

CLASES	Número de unidades en cada clase		Número total de investigadores ¹ en cada clase	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
De 4 ó menos investigadores	119 ²	66.9	225	25.9
De 5 a 10 investigadores	46	25.8	300	34.6
De 11 a 20 investigadores	6	3.4	72	8.3
De 21 o más investigadores	7	3.9	271	31.2
Total	178	100.0	868	100.0

1. Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.

2. Incluye 12 unidades con cero investigadores según la definición de 1.

FUENTE: Cuadros 9 y 10.

la generación de tecnologías avanzadas. Estas 7 unidades se encuentran en la industria de bienes intermedios (véase cuadros 1, 9 y 10).

Los tres subsectores de la industria manufacturera —bienes no duraderos, bienes intermedios, y bienes de consumo duraderos y de capital— tienen diferentes niveles de desarrollo tecnológico. También hay considerable diferencia en la capacidad nacional de cada subsector en esta materia. Además, la problemática tecnológica varía al nivel de las ramas industriales de cada subsector de acuerdo con la edad promedio de cada rama, el tamaño de las empresas,

el régimen de propiedad y la naturaleza y el destino final de los productos.

Del personal equivalente que realizaba actividades de IADE en el sector, había 202 con formación en ingeniería química (34.5%), 173 en química (29.5%), 37 en física (6.3%), 23 en biología (3.9%), 20 en farmacología (3.4%) y 18 en administración (3%). El subsector de industria de bienes intermedios concentraba la mayor parte del personal con formación en las disciplinas recién enumeradas y el de industria de bienes de capital únicamente el personal con formación en ingeniería eléctrica (véase Cuadro 22).

NIVEL DE ESTUDIOS DE LOS INVESTIGADORES ¹ EN INDUSTRIA MANUFACTURERA						
1974						
NIVEL DE ESTUDIOS	Total de investigadores		Con estudios en el país		Con estudios en el extranjero	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
Doctorado	104	12.0	31	4.4	73	46.5
Maestría	148	17.1	97	13.6	51	32.5
Especialización	81	9.3	58	8.2	23	14.6
Licenciatura	535	61.6	525	73.8	10	6.4
Total	868	100.0	711	100.0	157	100.0
1. Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.						
FUENTE: Cuadro 18.						

La IADE del sector estaba concentrada fuertemente en la industria de bienes intermedios, que ejerció el 67.2% del gasto del sector con el 82.3% de los investigadores equivalentes. Esto refleja el mayor desarrollo tecnológico relativo de este subsector que, en términos del producto industrial, sólo generó el 20.6%. En el polo opuesto, el subsector de bienes de consumo no duraderos, cuya aportación al producto industrial en 1973 fue del 61.8% realizó el 27.5% del gasto de IADE con el 12.8% de los investigadores equivalentes; y el de bienes de consumo duraderos y de capital, cuya aportación al producto industrial fue del 17.6%, ejerció el 5.3% del gasto de IADE, con el 4.9% de los investigadores equivalentes. Esta estructura, reflejo del hecho de que solamente en algunas ramas de la industria de bienes intermedios se hace algún esfuerzo de desarrollo tecnológico, es radicalmente opuesta a la de EE. UU. y de los países avanzados de Europa occidental, donde la mayor parte de la IADE para la industria se realiza en bienes

de capital. Está también lejos de la de países como Grecia y España, en los que el gasto en IADE en bienes intermedios representaba en 1963-64 el 36% y en bienes de capital el 28% del gasto en IADE industrial (véase cuadros 1 y 9).

b. Industria de bienes de consumo no duraderos.

El subsector de bienes no duraderos, que sigue siendo el más importante en cuanto al valor total de la producción, del número de empresas, del capital invertido y del empleo, representaba en 1973 un poco más del 60% del valor agregado en la industria manufacturera. En este subsector coexisten dos niveles: uno tecnológicamente moderno, compuesto por un pequeño número de empresas grandes, la mayor parte de las cuales se estableció durante la posguerra, y el otro, tecnológicamente anticuado, con preponderancia de empresas pequeñas y establecimientos de tipo artesanal, que datan de antes de la guerra.

La heterogeneidad industrial está presente tanto entre las distintas ramas de cada sector como dentro de cada rama. Mientras la industria de alimentos y bebidas tenía, en 1970, establecimientos con un promedio de 5.5 personas y 206 mil pesos de valor agregado bruto, en cuero y pieles el establecimiento promedio tenía 9 personas y 329 mil pesos de valor agregado, en madera y muebles los valores equivalentes eran 10.2 personas y 268 mil pesos, en la industria textil 43 personas y 1,744 mil pesos. Dentro de cada rama, la heterogeneidad era igualmente grande. En alimentación y bebidas, en la subrama de malta y cerveza, el establecimiento promedio tenía 434 personas y 62.4 millones de pesos de valor agregado; en bebidas en su conjunto, había un promedio de 32.4 personas y un valor agregado de 2.3 millones de pesos por establecimiento; y en la de dulces y chocolates, 28.8 personas y 2.6 millones de pesos de valor agregado por establecimiento. En la industria textil, la capacidad de las hilanderías fluctuaba desde menos de mil husos hasta más de 55,000. El grado de concentración también es variable. En alimentos el 32.2% del valor de la producción se realizaba en cuatro establecimientos, en bebidas el 44% , en cuero y piel el 25% , en muebles el 18% , en textiles el 31.6% . Dentro de cada rama, las subramas son también heterogéneas: en molienda de nixtamal el índice de concentración era del 2.6% ; en fabricación de café soluble y té del 99.7%; en elaboración de refrescos y aguas gaseosas del 11.7% en fabricación de cerveza del 69% ; en despepite y empaque de algodón del 28.1% ; en fabricación de hilos para coser del 78.4% ; en fabricación de productos de corcho del 92% y en muebles de madera del 10.8% .

La participación de las empresas filiales de transnacionales en el valor de la producción en el subsector de bienes de consumo no duraderos fue, en 1970, del 22% . En la industria alimentaria este porcentaje fue del 21.5% ; en la rama de bebidas del 30% ; en tabaco del 96.8% ; en textiles del 15.3% ; en calzado y vestido del 6.2% ; en la industria de la madera y corcho del 7.9% ; en muebles del 3.8% ; y en cuero y piel del 31.7% . Las empresas privadas nacionales continúan dominando cuantitativamente este subsector; la participación de las empresas del Estado es mínima, aunque está aumentando en la rama alimentaria. Debe recordarse que existe una alta correlación entre la concentración industrial y el grado de participación de la inversión extranjera por ramas.

La mayor parte de la tecnología en el subsec-

tor es tradicional y la no incorporada suele ser de libre disponibilidad. El 80% de la maquinaria y el equipo proviene del extranjero y, con frecuencia, las empresas adquieren equipo usado. La diversificación de las fuentes externas de maquinaria y equipo contrasta con la concentración de las compras que hacen los otros dos subsectores, que recurren casi exclusivamente al mercado norteamericano.

La adquisición de tecnología en forma de patentes, suministro de conocimientos y asistencia técnica se concentra en la rama alimentaria y mientras hay relativamente pocas compras externas de tecnología de procesos y productos, se hace notar un número considerable de contratos de licenciamiento de marcas. De una muestra de contratos presentados al Registro Nacional de Transferencia de Tecnología, sólo el 14.1% de los de la industria de bienes de consumo no duraderos incluía patentes, el 42.7% suministro de conocimientos técnicos y el 26.7% asistencia técnica; en cambio, el 74.3% incluía marcas. De los que incluían marcas, el 36.4% pertenecía a la rama de bebidas. Del total de pagos al exterior de la industria manufacturera por regalías y asistencia técnica, el 18.7% proviene del subsector y el 12.2% de las ramas de alimentos y bebidas, que realizan el 65.3% de los pagos del subsector. La tecnología de administración de empresas mayores proviene casi por completo del extranjero.

En el subsector de bienes de consumo no duraderos no hay producción nacional de tecnología, aunque puede haber ciertas innovaciones menores realizadas en la planta, cuya importancia se desconoce. La mayor parte de las patentes registradas por mexicanos son patentes de mejoras. En la encuesta sobre las actividades científicas y técnicas de las instituciones que realizan IDE, las unidades clasificadas en la industria manufacturera declararon haber producido 569 patentes, de las cuales 481 estaban en trámite y 88 habían sido registradas. De este total, sólo 13 (2.3%) habían sido producidas por las unidades de la industria de bienes de consumo no duraderos y la mayoría de ellas (10) pertenecían a unidades de los centros de enseñanza superior públicos. Innovaciones como el proceso XIPE para el curtido de pieles, descubierto por un mexicano y cuyo desarrollo se llevó a cabo en sus últimas fases en la Escuela de Curtiduría de la Universidad de Guadalajara, son verdaderos casos excepcionales (véase Cuadro 21).

Las pocas actividades de investigación tecnológica del subsector, centralizadas casi todas en la capital, son de naturaleza muy sencilla y obedecen a las necesidades inmediatas de producción. El gasto total en IADE en bienes de consumo no duraderos en 1973, 37.7 millones de pesos, realizando en 30 unidades de investigación, correspondió al 0.04% del producto industrial del subsector. (En el mismo subsector, Estados Unidos gastaba el 0.4% y Francia el 0.3% aproximadamente). En 1974, las 30 unidades de IADE del sector gastaron 48.9 millones de pesos, con un promedio de gasto por investigador equivalente de 653.1 mil pesos. El 62.1% de este gasto lo realizaron empresas privadas de capital nacional mayoritario. Dos empresas privadas, una de ellas filial de una transnacional, realizaban el 48.6% del gasto. Estas dos empresas, LANFI y una de las unidades de HyLSA efectuaron el 63% del gasto. Las nueve unidades más grandes (rango 6 a 10 investigadores) concentraban más de la mitad de los investigadores equivalentes (véase cuadros 1, 2, y 9).

Del total de 117 investigadores del sector, el 6% tenían estudios a nivel de doctorado, el 28.2% a nivel de maestría, el 54.7% a nivel de licenciatura y el 11.1% tenían estudios de especialización (véase Cuadro 18).

El bajo nivel de conocimientos tecnológicos del empresario nacional y su desconfianza con respecto a la tecnología producida en el país impiden que la escasa actividad de IDE se integre con el sistema productivo de una manera sistemática. Las empresas medianas y pequeñas no cuentan con la capacidad para detectar sus necesidades tecnológicas.

En algunas ramas prácticamente no se realiza investigación; esto ocurre en calzado y en madera y muebles. En otros se han dado experiencias fallidas que muestran las dificultades que se presentan en la industria para realizar fructíferamente IADE. Por ejemplo, el Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas mantuvo operando, entre 1955 y 1962, una sección de textiles dedicada a fibras duras, que representa uno de los esfuerzos de IADE más importantes realizados en la rama; pero, ante la falta de interés de los usuarios potenciales, interrumpió sus labores. En algunas ramas del subsector existe también una muy escasa infraestructura de educación superior.

Recientemente, el CONACYT ha promovido la creación de tres centros regionales de investigación y asistencia tecnológica orientados a apoyar a la pequeña y mediana industria en ramas de importancia

GASTO EN INVESTIGACION APLICADA Y DESARROLLO EXPERIMENTAL EN LA INDUSTRIA DE BIENES DE CONSUMO NO DURADEROS					
1974					
Conceptos	Datos del sector	% del total nacional	Promedios	A nivel del sector	A nivel nacional
1. Gasto en IADE (miles de pesos) ¹	48 916	2.8	1. Gasto promedio por unidad (miles de pesos)	1 630.5	1 245.5
2. Número de unidades que realizan IADE ²	30	2.1	2. Gasto promedio por investigador ETC (miles de pesos)	653.1	370.2
3. Número de investigadores en ETC ³	74.9	1.6	3. Promedio de investigadores ETC por unidad	2.5	3.4
<p>1 Estimación realizada con base en un incremento del 29.82% del gasto nacional en ciencia y tecnología en el período 1973-1974; puesto que se tienen datos de gasto en IDE para 1973, se infiere un incremento idéntico al del gasto total en ciencia y tecnología.</p> <p>2 El dato incluye también unidades con cero investigadores.</p> <p>3 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura. ETC=45.07 horas a la semana, cifra que corresponde al promedio de horas a la semana dedicadas a actividades científicas y técnicas por el personal definido genéricamente como de tiempo completo.</p> <p>FUENTE: Cuadro 1, 9 y 10.</p>					

**TAMAÑO DE LAS UNIDADES DE IADE SEGUN EL NUMERO DE INVESTIGADORES¹
EN INDUSTRIA DE BIENES DE CONSUMO NO DURADEROS.**

1974

CLASES	Número de unidades en cada clase		Número total de investigadores ¹ en cada clase	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
De 4 ó menos investigadores	18 ²	60.0	31	26.5
De 5 a 10 investigadores	12	40.0	86	73.5
De 11 a 20 investigadores	0	0.0	0	0.0
De 21 o más investigadores	0	0.0	0	0.0
Total	30	100.0	117	100.0

1. Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.
2. Incluye 4 unidades con cero investigadores según la definición de 1.

FUENTE: Cuadros 9 y 10

regional, como el cuero y el calzado en el Bajío. Estos centros han sido creados para cubrir una gama muy amplia de tareas: desde servicios técnicos hasta desarrollo experimental.

Buena parte de las industrias tradicionales han permanecido prácticamente sin cambio tecnológico y con una expansión horizontal bastante lenta. El cambio tecnológico ocurrido en otras ramas se ha manifestado por la sustitución de los pequeños establecimientos artesanales por empresas industriales de mayor tamaño. Este ha sido el caso, por ejemplo, de la industria curtidora, que estaba formada por 1488

establecimientos en 1930 y sólo por 531 en 1970, al tiempo que su producción aumenta en ese período más rápidamente que el sector industrial en su conjunto. En muchos casos, este cambio está asociado a una creciente participación de la inversión extranjera y en todos se ha llevado a cabo con base en tecnología importada, en forma de maquinaria y equipo, de patentes o de conocimiento técnico.

El escaso desarrollo tecnológico de las ramas artesanales y semiartesanales de producción, reflejo de las condiciones socioeconómicas globales y específicas de este tipo de unidades, está también asociado con la

**NIVEL DE ESTUDIO DE LOS INVESTIGADORES¹ EN INDUSTRIA DE BIENES DE CONSUMO
NO DURADEROS.**

1974

NIVEL DE ESTUDIOS	Total de investigadores		Con estudios en el país		Con estudios en el extranjero	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
Doctorado	7	6.0	4	4.3	3	12.5
Maestría	33	28.2	19	20.6	14	58.4
Especialización	13	11.1	8	8.6	5	20.8
Licenciatura	64	54.7	62	66.7	2	8.3
Total	117	100.0	93	100.0	24	100.0

1. Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.

FUENTE: Cuadro 18.

concepción prevaleciente en el país de identificar la eficiencia económica con la mecanización, la sofisticación y la producción en gran escala. En las actividades artesanales se puede aumentar enormemente la productividad con base en métodos organizativos, sin necesidad de cambiar los medios de producción.

La expansión relativa de las distintas ramas, en lugar de obedecer a una estrategia de desarrollo industrial que posibilitara la utilización acelerada de los recursos abundantes del país, sobre todo de mano de obra, se ha orientado en función de las oportunidades de inversión en grandes empresas industriales dedicadas al limitado mercado de consumo de las clases medias y altas del país. Así, se ha expandido con mayor rapidez la fabricación de alimentos enlatados y en conservas que la confección de prendas de vestir, cuando esta última ofrece oportunidades de empleo intensivo y permitiría —si se hubiera apoyado adecuadamente— una exportación sustancial. Debe recordarse que los montos de empleo generados por una inversión determinada en la industria dependen más de la composición por ramas de la misma que de las opciones tecnológicas, relativamente pocas dentro de una misma rama.

Otra característica del desarrollo del subsector ha sido la orientación por tipo de productos. La fuerte concentración en productos altamente diferenciados —típicos de las sociedades de consumo— destinados a las clases de altos ingresos ha significado en muchos casos el abandono relativo de líneas para las que el país tiene ventajas. Por ejemplo, no se ha promovido el diseño y fabricación de muebles baratos al alcance de grandes capas de la población. El desarrollo textil, que se apoya preferentemente en el uso de fibras artificiales para vestido, desaprovecha las posibilidades de mayor utilización de fibras naturales como el algodón.

La ausencia de desarrollo de tecnologías propias en el país explica, por otra parte, que en algunos casos no se puedan explotar adecuadamente algunos recursos del país por falta de tecnologías adecuadas.

Los principales problemas tecnológicos en el subsector de bienes de consumo no duraderos son:

1. La falta de capacidad de las empresas pequeñas para detectar sus requerimientos tecnológicos, transformarlos en demanda y poner en práctica las mejoras tecnológicas disponibles.

2. La falta de capacidad técnica en la pequeña y mediana industria para evaluar proyectos, y de capacidad económica para acudir a las empresas consultoras y de ingeniería.

3. El desconocimiento por parte de las empresas medianas y pequeñas de técnicas adecuadas de distribución y comercialización de sus productos.

4. La escasa adaptación de los conocimientos a las condiciones locales y la inadecuación de la tecnología utilizada al tamaño y estructura del mercado, lo que se refleja en los bajos índices de aprovechamiento de la capacidad instalada.

5. La débil difusión interna de las innovaciones tecnológicas.

6. El escaso conocimiento tanto económico como tecnológico de las materias primas usadas por las distintas ramas del subsector. Sobre todo de semillas oleaginosas, café y cacao en la industria de alimentos; de cueros en la industria del cuero y del calzado; y de madera en la industria de muebles.

7. La ausencia de tecnologías para el aprovechamiento de los desperdicios originados en la producción o en la transformación industrial de las materias primas.

8. La ineficiencia de los servicios de control de calidad y la falta de servicios de extensionismo industrial.

9. En la industria de alimentos, la escasez de tecnologías —fuera de las asociadas a la diferenciación artificial de productos— para el tratamiento y procesamiento semi-industrial e industrial de materias primas.

10. En la industria textil, el empleo de tecnologías intensivas en capital con elevados costos de producción.

11. En la industria del vestido, la ineficiencia en la producción y en la distribución, que hace que los precios sean sumamente elevados.

12. En la industria del cuero y del calzado, las dificultades técnicas para mejorar la calidad de las pieles.

13. En la industria maderera, la inexistencia de tecnología apropiada para la utilización de ciertas especies, como el encino y maderas semiduras y duras tropicales. La baja capacidad de diseño es un obstáculo para la producción de muebles al alcance de las grandes capas de la población.

c. Industria de bienes intermedios.

Si bien el subsector tuvo una fase inicial de avance a principios del siglo, es en los últimos veinticinco años cuando ocurre su desarrollo fundamental. La petroquímica, por ejemplo, tiene prácticamente quince años de existencia.

El subsector de bienes intermedios ha venido incrementando rápidamente su participación en la industria manufacturera: del 15.4% del valor agregado en 1950 pasó al 21.6% en 1960 y al 29.2% en 1973 (a precios constantes).

Mientras la industria química creció a una tasa real del 10.5% anual entre 1950 y 1973, la metalurgia al 9.8%, los productos no metálicos al 9%, la petroquímica básica, que prácticamente no existía antes de 1960, creció entre ese año y 1973 a una tasa del 35.2%.

Por razones tecnológicas, a diferencia de la industria de bienes de consumo no duraderos, en la que junto a establecimientos de tipo artesanal muy numerosos existen unas cuantas empresas modernas, en bienes intermedios casi no existen pequeños establecimientos de tipo artesanal. La mayor parte de los establecimientos son fábricas de mediano o gran tamaño. En general el subsector está más concentrado, que el de bienes de consumo no duraderos y que el de bienes de consumo duraderos y de capital. Los cuatro establecimientos más grandes de cada rama contribuyeron con el 35.8% del valor de la producción en celulosa y papel, con el 67.7% en productos de hule, con el 36.9% en química, con el 75% en productos del petróleo y el carbón, con el 68.9% en metalurgia y con el 51% en minerales no metálicos. La participación de las empresas filiales de transnacionales en el sector, 42.1% del valor de la producción, aunque menor que en bienes de consumo duraderos y de capital, es mayor que en bienes de consumo no duraderos. Esta participación, muy baja en el caso de minerales no metálicos, 20.8%, se eleva al 46.6% en el caso de minerales metálicos básicos, al 50.7% en química y al 63.9% en productos de hule.

La mitad de los pagos por regalías y asistencia técnica de la industria manufacturera la realizan las empresas de este subsector. En la química-farmacéutica, el pago por regalías y asistencia técnica representa el 18% del valor agregado en la rama, y en productos químicos el 4.4%. La primera cifra no tiene parangón en ningún otro sector o subsector.

En contraste con la industria de bienes de consumo no duraderos, en la que la mayor parte de los contratos presentados al Registro Nacional de Transferencia de Tecnología incluyen marcas, en una proporción menor suministro de conocimientos técnicos y en una todavía menor patentes, en el subsector de bienes intermedios tiene una mayor frecuencia el suministro de conocimientos técnicos que las marcas, salvo en la industria química, y las marcas que las patentes. Esta es una consecuencia de la naturaleza del subsector —que no produce bienes de consumo final— y del mayor contenido de IADE de su tecnología, de acuerdo con los datos de gasto en los países desarrollados que se citaron anteriormente.

En 1973, en este subsector se concentraba la mayor parte de la IADE que se realiza en la industria manufacturera: 67.2% del gasto (92.2 millones), 73% de las unidades (130) y 82.3% de los investigadores equivalentes (483). Las 130 unidades tenían un promedio de 3.7 investigadores equivalentes. De estas, 86 (66.2%), con 4 ó menos investigadores absolutos, representaron el 23.3% de los investigadores equivalentes; en el otro extremo, 7 unidades con 21 ó más investigadores absolutos (5.4%) representaron el 44.5% de los investigadores equivalentes. Estas cifras muestran una gran concentración del esfuerzo de investigación (véase cuadros 1, 9 y 10).

En 1974, el gasto en IADE realizado en este subsector fue de 119.7 millones de pesos, con un gasto promedio por investigador equivalente de 247.9 mil pesos, inferior al gasto promedio nacional de 370.2 mil pesos (véase cuadros 1, 9 y 10).

De los 704 investigadores del subsector, más de la cuarta parte tenía estudios de posgrado (13.5% de doctorado y 14.9% de maestría); el 8.1% tenía estudios de especialización y el 63.5% sólo estudios de licenciatura (véase Cuadro 18).

El mayor esfuerzo de IADE del subsector se concentra en las empresas privadas de capital

**TAMAÑO DE LAS UNIDADES DE IADE SEGUN EL NUMERO DE INVESTIGADORES EN
INDUSTRIA DE BIENES INTERMEDIOS**

1974

CLASES	Número de unidades en cada clase		Número total de investigadores ¹ en cada clase	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
De 4 ó menos investigadores	86 ²	66.2	171	24.3
De 5 a 10 investigadores	32	24.6	202	28.7
De 11 a 20 investigadores	5	3.8	60	8.5
De 21 o más investigadores	7	5.4	271	38.5
Total	130	100.0	704	100.0

1. Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.

2. Incluye 6 unidades con cero investigadores según la definición de 1.

FUENTE: Cuadros 9 y 10.

nacional; el 35.7% del gasto y el 20.9% del personal equivalente; y en los organismos descentralizados: 30.4% del gasto y 34.7% del personal equivalente. Siguen en orden de importancia los centros de enseñanza superior públicos con un 14.8% del gasto y un 22.9% del personal equivalente y las empresas privadas de capital extranjero con un

13.3% del gasto y un 15.1% del personal equivalente. Las unidades mayores en promedio se encuentran ubicadas en organismos descentralizados, particularmente en el Instituto Mexicano del Petróleo. Las empresas privadas nacionales que realizan investigación están fundamentalmente en la industria química, en la siderúrgica y en la industria del papel. Dos em-

**GASTO EN INVESTIGACION APLICADA Y DESARROLLO EXPERIMENTAL EN INDUSTRIA DE BIENES INTERMEDIOS
1974**

Conceptos	Datos del sector	% del total nacional	Promedios	A nivel del sector	A nivel nacional
1. Gasto en IADE (miles de pesos) ¹	119 663	6.8	1. Gasto promedio por unidad (miles de pesos)	920.5	1 245.5
2. Número de unidades que realizan IADE ²	130	9.3	2. Gasto promedio por investigador ETC (miles de pesos).	247.9	370.2
3. Número de investigadores en ETC ³	482.7	10.2	3. Promedio de investigadores ETC por unidad.	3.7	3.4

1 Estimación realizada con base en un incremento del 29.82% del gasto nacional en ciencia y tecnología en el período 1973-1974; puesto que se tienen datos de gasto en IDE para 1973, se infiere un incremento idéntico al del gasto total en ciencia y tecnología.

2 El dato incluye también unidades con cero investigadores.

3 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura. ETC=45.07 horas a la semana, cifra que corresponde al promedio de horas a la semana dedicadas a actividades científica y técnicas por el personal definido genéricamente como de tiempo completo.

FUENTE: Cuadros 1, 9 y 10.

NIVEL DE ESTUDIOS DE LOS INVESTIGADORES ¹ EN INDUSTRIA DE BIENES INTERMEDIOS.						
1974						
NIVEL DE ESTUDIOS	Total de investigadores		Con estudios en el país		Con estudios en el extranjero	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
Doctorado	95	13.5	27	4.6	68	55.3
Maestría	105	14.9	72	12.4	33	26.8
Especialización	57	8.1	41	7.1	16	13.0
Licenciatura	447	63.5	441	75.9	6	4.9
Total	704	100.0	581	100.0	123	100.0

1. Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.

FUENTE: Cuadro 18.

presas, HyLSA y CYDSA, efectúan el 38.3% del gasto de las empresas privadas nacionales en el subsector³.

Dos empresas privadas de capital mayoritario extranjero ejercieron el 47.7% del gasto del sector privado en el subsector. En conjunto, cinco instituciones absorbieron el 54.5% del gasto en IADE en bienes intermedios (véanse cuadros 2 y 6).

El gasto del subsector representó el 0.26% del producto del mismo en 1973, lo que está por sobre el promedio nacional y es más de seis veces lo dedicado a la industria de bienes de consumo no duraderos. En EE.UU. y los países de Europa Occidental este porcentaje era en 1963-64 de 4.5% en petróleo (extracción y refinación), 3% en hule, 7.9% en química-farmacéutica, 6.5% en otras industrias químicas y 0.9% en la industria del papel (véase Cuadro 1).

A pesar de que el subsector de bienes intermedios se ha construido principalmente con tecnologías de origen extranjero, en los últimos veinte años se han desarrollado labores de investigación y procesos petroquímicos en el Instituto Mexicano de Petróleo; algunas significativas innovaciones tecnológicas en la industria siderúrgica y del papel; y hubo un rápido crecimiento de las empresas de ingeniería nacionales, particularmente en el campo de la industria química. En estas ramas del subsector se está desarrollando con rapidez una importante capacidad tecnológica nacional.

Este desarrollo es el resultado del avance simultáneo en dos frentes: a) Algunas empresas nacionales-privadas y estatales- y los grupos de ingeniería asociada al sector han logrado acumular un acervo considerable de experiencias en la búsqueda, selección y negociación de tecnología extranjera; en su asimilación; y, en algunos campos, en su adaptación a las necesidades locales. b) Se ha desarrollado una capacidad de formación de recursos humanos de alta preparación técnica que hacen posible no sólo la operación y mantenimiento del aparato productivo y tecnológico, sumamente complejo, sino también la creciente participación nacional en el diseño y construcción de nuevas plantas. Este proceso de desarrollo de la capacidad tecnológica se habría acelerado considerablemente si se hubiera complementado con un desarrollo paralelo en la industria de bienes de capital. En las demás ramas del subsector el panorama no es tan halagüeño. La química-farmacéutica, una buena parte de la química —incluyendo la agroquímica—, la industria del hule y de productos no metálicos no han logrado tal nivel de experiencia y de preparación de recursos humanos. Su dependencia tecnológica del exterior es similar a la que prevalece en los otros dos subsectores.

La siderurgia, la petroquímica y la industria del papel son las ramas, no sólo de la industria de bienes intermedios, sino de la industria manufacturera en su conjunto, en que se ha logrado un nivel de experien-

3 La encuesta clasificó las empresas privadas nacionales, extranjeras y de participación estatal de acuerdo al origen mayoritario del capital.

cia industrial y de capacidad tecnológica más amplia⁴. El análisis de estas ramas debe permitir una mayor comprensión de la dinámica de desarrollo tecnológico y una definición más adecuada de la política correspondiente en el sector industrial. A continuación se presentan breves perfiles de desarrollo tecnológico en dichas ramas.

i. *Industria siderúrgica.* La industria siderúrgica es una de las más antiguas en México. Nacida a principios del siglo, pasa por un período de fuerte expansión durante la Segunda Guerra Mundial y experimenta una aceleración y diversificación ininterrumpida desde mediados de los cincuenta hasta la fecha. Está dominada por cuatro empresas (de un total de 73), que representan un poco más del 60% de la producción global. Al terminarse el gran proyecto Lázaro Cárdenas-Las Truchas, el número de las empresas dominantes aumentará a cinco. Mientras la participación del Estado en las empresas siderúrgicas es considerable y creciente, la del capital extranjero es limitada y sigue disminuyendo.

El nivel tecnológico de la industria siderúrgica en lo referente a los productos básicos (arrabio, fierro esponja y acero en lingotes), a los productos intermedios de acero (planchones, tochos y palanquilla), y a los productos intermedios subsecuentes (planos y no planos) es comparable con el de los países industrializados. El nivel de integración interna de las distintas etapas de producción es también satisfactorio en comparación con las experiencias internacionales.

El desarrollo del sistema para obtener el fierro esponja por reducción directa representa uno de los pocos casos de una innovación tecnológica de origen completamente nacional, cuyo éxito se traduce en la exportación del proceso a otras partes del mundo, incluyendo los países tecnológicamente avanzados.

Si bien fuera del sistema recién aludido, los procesos tecnológicos que se utilizan en la industria siderúrgica son de origen extranjero, éstos han sido asimilados y adaptados a las condiciones locales en forma prácticamente completa, salvo las más recién-

tes innovaciones, como los convertidores a oxígeno que se instalaron por primera vez en México en 1972, unos diecisiete años después de que su uso se generalizó en el mundo. La ingeniería de procesos correspondientes es también en la mayoría de los casos, de origen extranjero y ya ha sido asimilada. Aunque una buena proporción de los equipos se importa todavía, existe y aumenta la fabricación nacional de equipos auxiliares o partes de grandes equipos. (A principios de los sesenta se diseñó y construyó en México un alto horno).⁵ Cabe señalar que la industria siderúrgica a nivel mundial ha tenido una evolución tecnológica lenta en comparación con otras ramas de la industria manufacturera.

Las dificultades iniciales respecto a la calidad de los recursos humanos disponibles han sido superadas hace algún tiempo y en la actualidad la industria cuenta con personal técnicamente capacitado, que hace innecesario en principio el uso de asistencia técnica extranjera para la operación y mantenimiento de plantas. Representan la excepción algunos aspectos específicos relacionados con diseños particulares de equipo nuevo, donde la asistencia extranjera corresponde fundamentalmente a las garantías de operación otorgadas por los fabricantes internacionales de equipo.

Sin embargo, la participación nacional en las distintas fases del proyecto Lázaro Cárdenas-Las Truchas ha sido bastante reducida, lo que demuestra que la experiencia y la preparación del personal es insuficiente para emprender por cuenta propia la dirección de proyectos de gran envergadura o incluso para participar en ellos en labores importantes de ingeniería y consultoría.

ii. *Industria petroquímica.* La industria petroquímica representa la rama más dinámica del subsector de bienes intermedios.

Su tasa real de crecimiento de la producción ha sido del orden del 20% anual en los últimos diez años. La totalidad de las plantas de petroquímica básica y secundaria son de creación relativamente reciente, posterior a 1960. En este año se producían en el país

4. En algunas subramas de la industria química puede haber ocurrido algo similar. Sin embargo, la complejidad del problema que presenta dicha industria ha impedido reunir los elementos de juicio necesarios.

5. Nacional Financiera y Altos Hornos de México, en cooperación con una firma alemana, han organizado una empresa, Servicios y Suministros Siderúrgicos, S.A. (SYSSSA), que se dedica a diseñar, adaptar y construir equipos para la siderurgia y otras industrias pesadas. Cuando es necesario, subcontrata la construcción de equipo en México o en el extranjero.

apenas cuatro productos petroquímicos básicos e intermedios; su número aumentó a 14 en 1965 y a 30 en 1973.

Debido a que en México había ya una cierta tradición en el diseño de plantas para la industria química, las de petroquímica se construyeron con participación importante de técnicos nacionales. En la petroquímica básica e intermedia, PEMEX, a través del Instituto Mexicano del Petróleo, ha llevado a cabo en muy buena medida el diseño de sus propias plantas, aun cuando en distintas ocasiones también ha utilizado asesoría externa. El diseño de plantas petroquímicas con intervención extranjera ocurre en casos de procesos particularmente complejos, cuando los proyectos se financian con préstamos atados, o cuando las plantas en cuestión (en el caso de la petroquímica final) pertenecen a subsidiarias de empresas extranjeras. En algunos casos, particularmente en petroquímica básica, se han logrado avances internos en plantas en operación que han permitido aumentar su capacidad de producción por encima de la de diseño.

El equipo usado en la petroquímica es, salvo contadas excepciones, nuevo. La provisión nacional de equipo para esta industria varía considerablemente, dependiendo de las características de los procesos y se sitúa en promedio entre un 15 y un 30%. Se trata normalmente de equipos relativamente sencillos y la participación hubiera podido ser mayor si no hubiera dependido grandemente de créditos externos. El apoyo del personal extranjero en la construcción y la operación de las plantas petroquímicas, que termina en un plazo relativamente breve después de la puesta en marcha de una planta, en general es menos significativo en las operaciones de la petroquímica básica y secundaria que en la final, y depende del tiempo que tenga de establecida la empresa y de la participación del capital foráneo.

Un análisis de los proyectos petroquímicos realizados en el período 1970-1975 demuestra las tendencias en el proceso de sustitución de los servicios tecnológicos extranjeros. En un gran número de ellos, que tiende rápidamente a la totalidad, la construcción es realizada por empresas nacionales. La ingeniería de detalle la ejecutan empresas establecidas en el país, en una proporción que se aproxima al 50%, y la ingeniería básica está en la inmensa mayoría de los casos en manos de la compañía licenciadora o de firmas de ingeniería extranjeras. A medida que se avanza en la sustitución en este orden: construcción, ingeniería

de detalle, ingeniería básica, se avanza también, en el mismo orden, en la exportación de dichos servicios.

La industria petroquímica cuenta, en términos generales, con la capacidad tecnológica y los recursos humanos preparados para operar, modificar, construir y realizar la ingeniería de detalle de la mayoría de las nuevas plantas.

iii. Industria de pulpa y papel. Esta industria es otro caso de desarrollo sumamente dinámico en el subsector. La producción de pastas celulósicas creció en un 200% entre 1950 y 1960 (de 70 000 a 205 000 toneladas) y en más de un 150% entre 1960 y 1973, llegando en este último año a 513,000 toneladas. La producción de papel de todas clases aumentó en el período posbélico a un ritmo todavía mayor: en casi un 200% en la década de los cincuentas (de 120 000 a 345 000 toneladas entre 1950 y 1960) y en más de un 200% entre 1960 y 1973, para alcanzar en 1973 más de un millón de toneladas. Sin embargo, la expansión de la producción de papel fue menos rápida que el crecimiento de la demanda interna y las importaciones de este producto se incrementaron entre 1960 y 1973 de 100 000 a más de 200 000 toneladas.

El inicio de la industria data de los veinte, cuando se establecieron las primeras empresas con capital, tecnología y personal extranjeros. No hay una variación importante en esta industria hasta los sesentas. Al final de esta década se desarrolla en México y se construye la primera planta con ingeniería completamente nacional, que utiliza el bagazo de caña en la fabricación de distintos tipos de papel, principalmente de papel periódico.

La tecnología e ingeniería mexicana en la industria de pulpa y papel están en estos momentos a un nivel de calidad que les ha permitido ganar numerosos contratos para la realización de proyectos de nuevas plantas en el país y en América Latina.

Sin embargo, muchos problemas técnicos de la industria están por ser resueltos. La naturaleza básica de los procesos tecnológicos en esta rama industrial no ha cambiado desde hace medio siglo. Pero se han registrado internacionalmente grandes avances en la optimización de los procesos, procesamiento de los subproductos, uso de diferentes materias y mejoramiento ambiental. El reto tecnológico que enfrenta la industria de pulpa y papel se refiere a estos últi-

mos aspectos. Los técnicos mexicanos han absorbido en gran medida las tecnologías básicas, originalmente importadas; pero no han incorporado los últimos avances, con respecto a los cuales nuestra industria padece un retraso considerable. En general, la productividad es sumamente baja: mientras al nivel internacional se necesitan cuatro horas hombre para producir una tonelada de pulpa, en México el promedio es ocho veces mayor. La productividad de las plantas del sector público es aún menor que las del sector privado.

iv. Industria farmacéutica. La producción de medicamentos ha registrado un rápido avance en los últimos años. De 1965 a 1970 creció a una tasa promedio anual del 9.8% a precios constantes; esta tasa se elevó al 10.1% anual entre 1970 y 1974. El valor de la producción de la industria farmacéutica (a precios de mayoreo) pasó de 2,558 millones de pesos en 1965 a 8,875 millones en 1974.

A pesar de la existencia de un gran número de laboratorios, la industria muestra un alto índice de concentración. Según estadísticas recientes, de un total aproximado de 1,200 empresas que existían en el sector en 1973, 144 eran de capital extranjero mayoritario, de las cuales 40 controlaban alrededor del 68% del mercado nacional.

La industria farmacéutica realiza un volumen considerable de exportaciones, pero las importaciones de equipos y materias primas que requiere hacen que el saldo de la balanza comercial sea deficitario. Las setenta empresas de capital extranjero mayoritario más importantes mostraron durante el período 1970-1974, en promedio, un déficit que representa el 4.6% del total del déficit comercial de México y que en términos absolutos ascendió a más de 800 millones de pesos en 1974. La producción nacional de materias primas farmacéuticas satisface solamente una fracción reducida de la demanda.

El comportamiento global de las importaciones de medicamentos y materias primas farmacéuticas refleja que, si bien se han logrado avances en el proceso de sustitución de importaciones de productos terminados, la industria farmacéutica mexicana sigue dependiendo de las importaciones de insumos extranjeros y de la tecnología a ellos asociada.

El crecimiento de la producción no ha ido acompañado por un estricto control de calidad. La

capacidad del Laboratorio Nacional de Salubridad es sumamente limitada para ejercer un control eficaz sobre más de 20,000 productos registrados objeto de comercio. El IMSS y el ISSSTE, desde hace algún tiempo, utilizan los servicios del Centro de Investigación y Estudios Avanzados (IPN) para analizar la calidad de los productos en el momento en que éstos son integrados a sus cuadros básicos, pero no mantiene ese control posteriormente.

La escasa información que existe sobre la situación tecnológica de la industria farmacéutica permite afirmar que las filiales de empresas transnacionales —que dominan la industria— recurren a su casa matriz para el diseño de la planta, para la selección de procesos y el diseño de los mismos. Estas empresas consideran que su establecimiento en el país es una contribución significativa al desarrollo tecnológico del sector, ya que introducen nuevos productos, procesos y equipos modernos, y adiestran personal. Sin embargo, desde el punto de vista del costo que se paga por la tecnología, la dependencia tecnológica del exterior resulta sumamente onerosa. En 1971, los pagos por regalías y asistencia técnica de la industria químico-farmacéutica eran de casi 400 millones de pesos, y representaron el 22.4% del total pagado por la industria manufacturera. De estos 400 millones, el 86% (343.8 millones de pesos) correspondió a las empresas extranjeras subsidiarias de transnacionales. La magnitud de esta cifra se aprecia claramente si se observa que las empresas nacionales de toda la industria manufacturera pagaron en conjunto 351 millones de pesos; una cifra ligeramente superior a lo pagado por las subsidiarias de la industria químico-farmacéutica.

Además del pago directo de la tecnología adquirida habría que tomar en cuenta los sobrepagos que las subsidiarias pagan por los insumos que adquieren de sus matrices. En una muestra de 13 productos, se encontró que en algunos de ellos el precio pagado excede al precio internacional en más de 1000%.

La tecnología que se utiliza en la industria farmacéutica no es la más adecuada a la dotación relativa de factores ni a la magnitud del mercado. Este hecho obliga a la adaptación de los procesos para aprovechar la mano de obra no calificada y las materias primas nacionales. Sin embargo, las adaptaciones que se realizan no son de gran significación tecnológica. Buena parte de la importación tecnológica se realiza en forma de asistencia técnica, particularmen-

te para el control de calidad. Esta se hace a través de comunicaciones técnicas, intercambio de personal con las empresas extranjeras y la capacitación de personal en la casa matriz. El fomento de la investigación y el desarrollo experimental en el sector es reducido, no obstante que las características del cambio tecnológico en la industria harían redituable la inversión, pues la tecnología utilizada en esta industria es relativamente simple y muestra una gran estabilidad en los equipos y plantas; además, aún cuando son apreciables cambios frecuentes y significativos en la cantidad, calidad y variedad de productos terminados, la tecnología de los procesos productivos permanece relativamente estática.

v. *Industria de fertilizantes.* A lo largo de más de 30 años de desarrollo de la industria de fertilizantes en México, es difícil hablar de una planificación respecto a la ubicación de las plantas, los tipos de productos y los procesos utilizados. Las empresas que actualmente forman la industria nacional de fertilizantes tuvieron un desarrollo espontáneo.

Desde 1943, año de fundación de Guanos y Fertilizantes, S.A., la demanda interna de fertilizantes ha superado a la oferta. A pesar del crecimiento notable de la capacidad productiva y de la reorganización de la industria, la producción de fertilizantes en 1975 no satisfizo las necesidades del país y un 29% de las tierras susceptibles de ser aprovechadas económicamente carecieron de este insumo.

En 1974, debido a la escasez de fertilizantes, se formó el Comité Nacional de Fertilización, con el objeto de estudiar la situación actual en México y proponer soluciones o medidas para lograr la máxima eficiencia en el uso de los nutrientes. Dicho Comité está formado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, la Dirección General de Extensión Agrícola, Guanos y Fertilizantes de México, S.A., y está presidido por el Secretario de Agricultura y Ganadería. Como resultado de sus investigaciones, se inició el Programa Nacional para el Uso Racional de Fertilizantes. Además, se promovió una campaña a nivel nacional de asistencia técnica que tiene como propósito enseñarle al agricultor el manejo y uso de los fertilizantes y proporcionarle las recomendaciones de fertilización para su zona y el cultivo de que se trate.

Se espera que para 1980 estarán cubiertas las necesidades internas, ya que el país cuenta con recursos naturales suficientes, sobre todo en lo que se refiere al abastecimiento de materias primas para la genera-

ción de fertilizantes nitrogenados y fosfóricos. Existen proyecciones del consumo nacional de fertilizantes que establecen para 1979—1980 un consumo de 969 000 toneladas de nitrógeno, 300,000 de fósforo y 54,000 de potasio, calculado en función de las necesidades de fertilización de la tierra disponible. Para entonces las nuevas unidades industriales estarán produciendo 1.620,579 toneladas de NPK: 1.247,846 toneladas de nitrógeno, 324,116 de fósforo y 48,617 de potasio.

Los procesos tecnológicos actualmente en uso en la industria de fertilizantes son en su mayoría de procedencia extranjera y no siempre los más adecuados. Los ocho productos más importantes de esta industria se fabrican a base de veintisiete procesos diferentes y hay actualmente maquinaria de por lo menos ocho o nueve países distintos, elaborados con base en medidas inglesas o medidas métricas. Esto da lugar a una serie de dificultades en cuanto a la operación y el mantenimiento del equipo.

Sin embargo, se ha logrado cierta capacidad de ingeniería para el desarrollo de la industria de fertilizantes. Las primeras plantas instaladas en el país se contrataban con compañías extranjeras, que realizaban todos los servicios de ingeniería, construcción, montaje y hasta el arranque. Esta situación ha ido cambiando. Actualmente el diseño y montaje de algunas de las plantas se encargan a firmas de ingeniería nacionales, y la supervisión y coordinación de todas las labores implícitas en la terminación y puesta en marcha de la planta se realizan con la asistencia técnica de los especialistas de Guanomex.

El desarrollo de estas cinco ramas de la industria de bienes intermedios: a) muestra que la dependencia tecnológica del país tiende a ser menor en las áreas donde la tecnología evoluciona a un ritmo relativamente lento, pues esto permite un gran número de años para su asimilación e incluso, en este lapso, muchos de los conocimientos técnicos pasan a ser libremente disponibles; b) pone de manifiesto el importante papel que el Estado puede desempeñar en el desarrollo tecnológico del país, aun en ramas tecnológicamente dinámicas como la petroquímica; c) comprueba que la dependencia financiera del exterior actúa como factor de freno del desarrollo de capacidades locales de ingeniería y tecnología; d) muestra, finalmente, que si bien en ramas industriales con cambio tecnológico lento se puede adquirir un dominio tecnológico satisfactorio en base de las capacidades de los propios ingenieros de producción

y con el apoyo de las firmas nacionales de ingeniería, en ramas de cambio tecnológico más acelerado se requiere, además, de un esfuerzo importante en IDE.

Las dos grandes innovaciones mencionadas (proceso HyL de reducción directa del mineral de hierro y la tecnología para producir papel a partir del bagazo de caña) fincan su éxito, entre otros motivos, en que se derivan de condiciones locales; son desarrollos tecnológicos que responden a una oportunidad o a una necesidad.

En el caso de la química y la petroquímica parece haber influido la naturaleza de la industria de procesos no mecánicos, en la cual la tecnología es fundamentalmente no incorporada, lo que impide un traslado automático de maquinaria como ocurre en otras ramas industriales. Las complicadas fases de ingeniería básica, de detalle, de construcción y de montaje han permitido un grado de participación mayor de los ingenieros nacionales.

d. Industria de bienes de consumo duraderos y de capital.

La participación del subsector en el valor agregado de la industria manufacturera aumentó del 9.3% en 1950 al 12.6% en 1960 y al 19% en 1973 (con base en precios de 1960). Sin embargo, estas cifras encubren tasas diferenciales de crecimiento de la industria de bienes de capital y de la industria de bienes de consumo duraderos; la tasa de esta última ha sido mayor a lo largo del tiempo. En 1973, la industria de bienes de capital, excluyendo transportes, representaba apenas el 5% de la producción manufacturera y cubría una pequeña parte de la demanda nacional de estos bienes.

La producción actual se realiza en unidades de producción de una gama de tamaños muy amplia, desde talleres y pequeñas unidades de ensamblaje hasta algunos complejos industriales. En la rama de productos eléctricos se fabrica equipo de capacidad media: transformadores, motores, mecanismos de control, hornos, etc. En la de bienes de capital no eléctricos se produce equipo para calderas industriales y aparatos químicos; equipo diverso para industrias específicas; gruas, bombas y compresoras; engranajes y cajas de engranaje; equipo para maniobras y transporte; y una variedad limitada de máquinas herramienta: tornos paralelos de tamaño pequeño y

mediano, dobladoras y otras. En términos generales, la producción nacional se limita a tipos relativamente sencillos de maquinaria y, en la mayoría de los casos, tiene un elevado contenido de piezas y partes importadas.

Los precios internos tienden a ser considerablemente superiores a los internacionales, en mayor grado que en el resto de la industria manufacturera, debido al alto costo de las materias primas —entre otras razones por los sobrepuestos a que son transferidos los insumos de matrices a filiales—; a los bajos volúmenes de producción; a la subutilización de la capacidad de las plantas (la mayoría utiliza entre un 40% y un 60% de su capacidad instalada); a la falta de protección industrial; a las altas tasas de ganancia prevalentes; y a los también altos pagos de regalías y asistencia técnica.

La inversión extranjera directa en este subsector representa el 23.5% de la inversión total, el 31.9% de la de la industria manufacturera y participa con un 47.3% del valor de la producción. Las empresas extranjeras dominan, en términos absolutos tres de las cuatro ramas del subsector: el 68.6% del valor de la producción en maquinaria eléctrica, el 64.7% en material de transporte, el 60.3% en maquinarias eléctricas y el 27.4% en productos metálicos.

El subsector presenta un grado de concentración mayor que el de bienes de consumo no duraderos y menor que el de bienes intermedios, y un tamaño promedio de establecimientos también entre los otros dos subsectores. En el subsector en su conjunto, en 1970, el establecimiento promedio generó un producto bruto de 3.3 millones de pesos y empleó 24.8 personas. En la fabricación de productos metálicos las cifras correspondientes fueron 1.3 millones de pesos y 13.6 personas; en maquinaria no eléctrica 2.2 millones y 19.6 personas; en maquinaria eléctrica y artículos eléctricos 10.5 millones y 83.4 personas; en equipo de transporte 18.4 millones y 84.2 personas. El grado de concentración en las diversas ramas es también distinto. Los cuatro establecimientos más grandes generaron, en cada una de las ramas antes señaladas (en ese mismo orden), los siguientes porcentajes del valor de la producción: el 41.6%, 48.8%, el 43.9% y el 55.4%. Los cuatro establecimientos representan el 0.04%, el 0.17%, el 0.38% y el 0.48% del total de establecimientos respectivamente.

Los pagos por regalías y asistencia técnica del subsector representaron, en 1971, el 31.2% de los de la industria manufacturera, porcentaje muy superior al de su participación en el producto manufacturero en ese mismo año (17.1%); y el 3.1% del producto interno bruto del subsector. Por ramas, estos pagos representaron respecto al producto el 1.9% en productos metálicos; el 3.7% en maquinaria no eléctrica; el 4.7% en maquinaria eléctrica; y el 2.5% en equipo de transporte.

El 80.6% de los pagos en el subsector fueron realizados por filiales de empresas transnacionales, cifra que se eleva al 86% en las ramas de productos metálicos y de equipo de transporte.

En los contratos presentados al Registro Nacional de Transferencia de Tecnología por las empresas de bienes duraderos y de capital, predomina, según se desprende del análisis de una muestra de ellos, el suministro de conocimientos técnicos; la asistencia técnica y las marcas están en segundo término, y, por último, las patentes.

En este subsector prácticamente no se realiza IADE. La encuesta de actividades científicas y técnicas del CONACYT (1973-1974) registró un gasto en IADE de 7.3 millones de pesos. Este total re-

presenta el 0.04% del producto interno bruto del subsector, el 1.3% de los pagos por regalías y asistencia técnica, el 5.3% del gasto en IADE orientada a sectores específicos de aplicación y el 0.5% del gasto nacional de IDE. En los países industrializados de economía capitalista la mayor parte de la IDE industrial se realiza en bienes duraderos y de capital: 80% en EE.UU. y 47% en los países industrializados de la OCDE. El porcentaje del producto industrial dedicado a IDE va del 0.5% al 1% en algunas ramas del subsector en países como Bélgica, Francia, Italia; y del 8% al 14% en otras ramas en Francia, Holanda y EE.UU. (véase Cuadro 1).

En 1974, el subsector gastó en IADE 9.5 millones de pesos, con un gasto promedio por investigador equivalente de 328.3 mil pesos, inferior al promedio nacional de 370.2 mil pesos (véase cuadros 1, 9 y 10). En este mismo año, el 83.3% de las unidades de IADE tenían menos de cuatro investigadores cada una y concentraban el 36.2% del total de los investigadores equivalentes del sector. Sólo una unidad contaba con más de diez investigadores. Del total de 47 investigadores del subsector, únicamente 12 (25.6%) tenían estudios de posgrado; los 35 restantes se distribuían de la siguiente manera:

GASTOS EN INVESTIGACION APLICADA Y DESARROLLO EXPERIMENTAL EN INDUSTRIA DE BIENES DE CONSUMO DURADEROS Y DE CAPITAL					
1974					
Conceptos	Datos del sector	% del total nacional	Promedios	A nivel del sector	A nivel nacional
1. Gasto en IADE (miles de pesos) ¹	9 520	0.5	1. Gasto promedio por unidad (miles de pesos)	528.9	1 245.5
2. Número de unidades que realizan IADE ²	18	1.3	2. Gasto promedio por investigador ETC (miles de pesos)	328.3	370.2
3. Número de investigadores en ETC ³	29.0	0.6	3. Promedio de investigadores ETC por unidad	1.6	3.4
<p>1 Estimación realizada con base en un incremento del 29.82% del gasto nacional en ciencia y tecnología en el período 1973-1974; puesto que se tienen datos de gasto en IDE para 1973, se infiere un incremento idéntico al del gasto total en ciencia y tecnología.</p> <p>2 El dato incluye también unidades con cero investigadores.</p> <p>3 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura. ETC=45.07 horas a la semana, cifra que corresponde al promedio de horas a la semana dedicadas a actividades científica y técnicas por el personal definido genéricamente como de tiempo completo.</p>					
FUENTE: Cuadros 1, 9 y 10.					

NIVEL DE ESTUDIOS DE LOS INVESTIGADORES ¹ EN INDUSTRIA DE BIENES DE CONSUMO DURADEROS Y DE CAPITAL.						
1974						
NIVEL DE ESTUDIOS	Total de investigadores		Con estudios en el país		Con estudios en el extranjero	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
Doctorado	2	4.3	0	0.0	2	20.0
Mestría	10	21.3	6	16.2	4	40.0
Especialización	11	23.4	9	24.3	2	20.0
Licenciatura	24	51.0	22	59.5	2	20.0
T o t a l	47	100.0	37	100.0	10	100.0

1. Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.
FUENTE: Cuadro 18.

23.4% con estudios de especialización y 51 % con estudios de licenciatura (véase cuadros 9, 10 y 18).

La IADE la realizaban 49 personas (29 investigadores equivalentes) en 18 unidades, lo cual arroja un promedio de más de 2 investigadores por unidad. La mayor parte de dichas unidades se localizaban en centros de enseñanza superior públicos (12), sólo 4 en empresas privadas de capital nacional y las 2 restantes en empresas de participación estatal. La encuesta no registró ninguna empresa extranjera que realizara IADE. Cerca de la mitad del gasto se hacía, además, en IADE de caracter

socioeconómico, ligada a la programación del desarrollo de bienes de capital. Las cuatro unidades del sector privado nacional que realizaban investigación aplicada y desarrollo experimental pertenecían a una sola empresa de la rama de bienes de consumo duraderos. La IADE de los centros de enseñanza superior (66.7% en las unidades, 41.9% del gasto y 55.2% del personal equivalente), se realizaba en tres tecnológicos regionales y en la UNAM, y —salvo la realizada en el Instituto de Ingeniería de la UNAM— no parecía tener fuertes vínculos con la industria. De las unidades encuestadas en el subsector, sólo las

TAMAÑO DE LAS UNIDADES DE IADE SEGUN EL NUMERO DE INVESTIGADORES EN LA INDUSTRIA DE BIENES DE CONSUMO DURADEROS Y DE CAPITAL.				
1974				
CLASES	Número de unidades en cada clase		Número total de investigadores ¹ en cada clase	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
De 4 ó menos investigadores	15 ²	83.3	23	49.9
De 5 a 10 investigadores	2	11.1	12	25.5
De 11 a 20 investigadores	1	5.6	12	25.5
De 21 o más investigadores	0	0.0	0	0.0
T o t a l	18	100.0	47	100.0

1. Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.
2. Incluye dos unidades con cero investigadores según la definición de 1.
FUENTE: Cuadros 9 y 10.

de los centros de enseñanza superior públicos declararon haber producido patentes: dos registradas y doce en trámite (véase cuadros 2, 6, 9, 10 y 21).

Todavía no se entiende con claridad en la industria de bienes de capital la importancia de las actividades de IADE. Normalmente se las considera como tareas accesorias, que se realizan sólo cuando sobran recursos financieros. Prácticamente no existe a nivel de empresa la preocupación por asignar de manera sistemática recursos a largo plazo para proyectos de investigación; se les asignan cantidades globales cuando sobran fondos y son las primeras que se suprimen cuando es necesario reducir gastos.

Los pocos proyectos de IADE los realizan, pequeños grupos, sin integración a nivel de empresa, con escasos recursos. Son más bien producto del entusiasmo de los tecnólogos, y a veces los llevan a cabo en contra de la opinión de sus superiores. Hay una desconexión entre el sistema económico y el científico y tecnológico. Apoyadas en la dependencia tecnológica del exterior, las empresas no ven la necesidad de planear actividades de IADE y la consecuencia de esto es que no se sabe cómo planear y evaluar proyectos de investigación, es decir, no se sabe investigar. La actitud de los ejecutivos de las empresas hacia la investigación es generalmente negativa; prefieren explotar la tecnología importada en vez de hacer previsiones para el futuro. De un año y medio a la fecha ha habido, sin embargo, un proceso de toma de conciencia de los empresarios del área que hace abrigar esperanzas de un cambio en las actitudes hacia las tareas de IADE. Mientras no haya demanda de conocimientos tecnológicos de origen interno, se seguirán importando soluciones.

Los grandes plantas productoras de bienes de consumo duraderos dependen fuertemente de la inversión extranjera y, de una manera significativa, de diseños, maquinaria de producción y tecnología de producción de origen externo. La industria de refrigeradores constituye, sin embargo, una excepción parcial: en ella es dominante el capital mexicano y sólo se paga por tecnología de la unidad compresora. La presencia de dichas plantas ha contribuido muy poco a mejorar la ingeniería de producción, principalmente porque la industria de bienes de consumo duraderos altamente estandarizados tiene escasa relación con la fabricación de bienes de capital.

La industria tiene problemas tecnológicos, sobre todo en materia de fundición, maquinado e ingeniería de producción. En estos aspectos se requieren programas de formación de recursos humanos, de asistencia técnica y de desarrollo de servicios de control de calidad. Las deficiencias en la ingeniería de producción se presentan, especialmente, en evaluación, selección y desarrollo de procesos, y planeación de la producción.

En gran medida como consecuencia del poco desarrollo de la industria, es notable la escasez de: a) trabajadores con experiencia en matricería y maquinado de precisión; b) técnicos con experiencia en aspectos específicos de planeación de procesos, instrumentación, diseño de instrumentos y metrología para la producción de bienes de capital; c) ingenieros industriales con experiencia en técnicas, planeación y control de producción para empresas productoras de bienes de capital en gran escala; d) diseñadores con experiencia necesaria para innovar en materia de fabricación de bienes de capital.

Una elevada proporción de la tecnología utilizada en la industria de bienes de capital proviene del exterior. Aunque no se dispone de información precisa, se estima que la tecnología extranjera es predominante en un buen número de ramas de la industria.

La tecnología utilizada proviene fundamentalmente de Estados Unidos y, en fechas más recientes y en pequeñas cantidades, de países de la Comunidad Económica Europea y de algunos países socialistas, y se canaliza principalmente a través de licencias, marcas y contratos de asistencia técnica y de suministro de partes. En los últimos tiempos se ha empezado a utilizar como canal de transferencia de tecnologías el adiestramiento de técnicos mexicanos en plantas extranjeras.

Los principales obstáculos para el desarrollo de la industria de bienes de capital proviene de la falta de una política eficaz, con una mayor apertura hacia los mercados internacionales; del insuficiente desarrollo de las empresas de ingeniería del país; de la carencia de grandes talleres de fundición y maquinado pesado; y de la falta de recursos humanos preparados. Con el propósito de coordinar las tareas de las distintas dependencias del Ejecutivo que tienen que ver con la industria de bienes de capital, fue creada recientemente la Comisión Coordinadora para el Desarrollo de la Industria de Maquinaria y Equipo.

En el caso específico de los bienes de capital que se utilizan en la extracción y beneficio de minerales y en la producción de materias primas e insumos básicos, la selección de tecnologías se encuentra afectada por las condiciones de financiamiento y por las firmas de ingeniería extranjeras que participan en los proyectos. En las empresas que producen equipo para la industria manufacturera, este problema se presenta en un grado mucho menor. La industria tiene capacidad para seleccionar adecuadamente la maquinaria y equipo disponibles en el mercado mundial, y la adquisición de equipos obsoletos es un fenómeno esporádico.

En términos generales, en el país sólo se adoptan o mejoran tecnologías (innovaciones menores), pero no se realiza IADE a la escala necesaria para llevar a innovaciones mayores.

En materia de bienes de consumo duraderos, el patrón de desarrollo ha consistido en la sustitución de productos que antes se importaban. En su mayor parte están destinados al uso de las clases urbanas medias y altas (automóviles, lavadoras, refrigeradores, etc.). Su crecimiento ha sido muy acelerado, lo cual muestra un mercado en rápida expansión. La industria ha estado orientada a la satisfacción individual de necesidades: más que al desarrollo de lavanderías de servicio público, por ejemplo, a la posesión familiar de una lavadora; más que a la fabricación de medios de transporte colectivos, a la fabricación del automóvil familiar. Siguiendo esta orientación no sólo ha ofrecido el mismo tipo de bienes sino, en la mayor parte de los casos, exactamente los mismos bienes. La dependencia del diseño del "último modelo" ha sido notable en la industria de bienes duraderos. Los diseños no se han adaptado para producir bienes más baratos, que se adecúen al bajo poder adquisitivo de amplias capas de la población, ni se han establecido formas colectivas de operar ciertos servicios como el lavado de ropa.

La industria de bienes de capital, se ha desarrollado muy poco. Los bienes de capital que se producen en el país, en la mayor parte de los casos, resultan una copia fiel de los desarrollados en países con dotación relativamente escasa de mano de obra. Su producción tiende a acentuar un modelo de desarrollo tecnológico basado en el uso intensivo del capital. Dado que en la industria de bienes de capital se origina la maquinaria y equipo para todas las demás ramas de actividad, el modelo de desarrollo tecnológico de ésta —en cuanto al tipo de bienes producidos— es un reflejo del modelo adoptado en los demás sectores.

B. Objetivo.

a. Objetivo general.

El desarrollo progresivo de una capacidad tecnológica autónoma —entendida como dominio de la selección, negociación, asimilación y adaptación de las tecnologías importadas y la capacidad de creación de tecnologías propias— orientada a apoyar un patrón de desarrollo tecnológico que, a la par de promover la eficiencia e integración del aparato productivo, permita el desarrollo de rutas tecnológicas hasta ahora poco exploradas y el desarrollo tecnológico de medianos y pequeños productores.

El apoyo al desarrollo tecnológico de la industria manufacturera debe incidir simultáneamente, y en forma coordinada, no sólo sobre la IADE, sino también sobre la formación de recursos humanos, sistemas de información y servicios de ingeniería y consultoría, es decir, debe tratarse de un apoyo programado que cubra todas las actividades científicas y técnicas.

La investigación aplicada y desarrollo experimental de este campo debe reunir las siguientes características:

1. Estar programada y vinculada a los programas de expansión de la industria y actualizarse regularmente en base de las necesidades y predicciones cambiantes.
2. Establecer las bases científico-técnicas para un desarrollo independiente de la industria manufacturera.
3. Producir resultados aplicables a corto y mediano plazos.
4. Actuar como mecanismo para evaluar y seleccionar la información procedente de múltiples fuentes.

Debido a las grandes diferencias en el nivel de desarrollo tecnológico de los tres subsectores de la industria manufacturera, es conveniente fijar objetivos específicos para cada uno de ellos.

b. Objetivo en la industria de bienes de consumo no duraderos.

Aumentar la capacidad de las empresas medianas y pequeñas para identificar sus requerimientos

tecnológicos y para poner en práctica innovaciones, incluyendo las referentes a técnicas adecuadas de distribución y comercialización; y establecer un sistema de asistencia técnica e investigación que sirva de base para el desarrollo tecnológico de esas unidades productivas.

- c. Objetivo en la industria de bienes intermedios.

Aumentar progresivamente el grado de integración tecnológica nacional en las principales ramas de la industria de bienes intermedios mediante la aceleración del proceso de sustitución de las importaciones indiscriminadas de tecnología y de servicios de ingeniería extranjera por tecnologías disponibles en el país y por los servicios de empresas de ingeniería nacionales. Esto supone el fortalecimiento de la capacidad de IADE y de ingeniería en este subsector.

- d. Objetivo en la industria de bienes de consumo y duraderos de capital

Alcanzar, en una primera fase, la capacidad tecnológica nacional necesaria para adaptar a las condiciones locales las tecnologías importadas y establecer en una segunda fase, una capacidad nacional de IADE que posibilite el desarrollo de tecnología propia.

C. Lineamientos de política.

- a. Lineamientos generales.

Para conseguir este objetivo, se apoyarán prioritariamente las siguientes actividades:

1. Estudios sobre la problemática actual y la prospección de la tecnología, especialmente en las ramas que muestran un alto ritmo de innovación. Un subtema de particular interés es el estudio de la génesis y desarrollo de las innovaciones menores.
2. Estudios comparativos sobre casos exitosos y fracasos en la innovación tecnológica local.
3. Estudios sobre las actitudes y conducta tecnológica de los empresarios privados y públicos.
4. Desarrollo o adaptación de tecnología para el aprovechamiento de desechos y desperdicios industriales.
5. Establecimiento de mecanismos para aprovechar en los procesos de adaptación e innovación la

experiencia adquirida por el obrero en la práctica productiva.

6. Desarrollo de la capacidad de ingeniería en empresas mexicanas.

7. Desarrollo de servicios de asistencia técnica para las empresas medianas y pequeñas, particularmente en el subsector de bienes de consumo no duraderos, con el propósito de asistirles en la identificación de sus necesidades tecnológicas y en la selección y utilización de tecnología.

8. Servicios de apoyo al desarrollo tecnológico, como laboratorios de pruebas, laboratorios analíticos y sistemas de normalización y de control de calidad.

9. Estudios económicos sobre la situación actual y las tendencias de la producción, distribución y consumo en los tres subsectores, particularmente de grupos de productos en los que haya perspectivas de iniciar la producción, ampliarla o desarrollar alguna innovación.

10. Estudios sobre las condiciones de seguridad industrial y el desarrollo de métodos, procesos o innovaciones tecnológicas tendientes a mejorarla.

11. Aumento de la participación de las grandes empresas estatales y privadas de propiedad nacional en el financiamiento y ejecución de la investigación industrial, mediante una estrecha vinculación entre dichas empresas y los centros de IDE existentes, a fin de aprovechar su capacidad científica y tecnológica instalada.

12. Creación, cuando los vínculos con las instituciones de investigación no basten, de unidades de IDE en las grandes empresas estatales y privadas de capital nacional. Estas unidades deben estar dotadas de autonomía suficiente para aislarlas de la presión de tareas rutinarias, que se originan en problemas de operación y mantenimiento.

13. Orientación de los sistemas de enseñanza técnica, a nivel medio y superior, hacia la formación de recursos humanos con capacidad para realizar tareas de adaptación tecnológica e innovación.

14. Capacitación y adiestramiento técnico de la mano de obra industrial para facilitar la introducción de nuevas tecnologías.

b. Lineamientos específicos para la industria de bienes de consumo no duraderos.

Para lograr el objetivo propuesto en la industria de bienes de consumo no duraderos, se fomentará:

1. Desarrollo de productos y procesos que permitan el abaratamiento de la producción de bienes básicos, como muebles, telas, ropa, calzado y alimentos industrializados.

2. Estudio técnico y económico de las materias primas usadas por las distintas ramas; particularmente semillas oleaginosas, café, cacao, algodón, henequén, ixtle, cuero y maderas.

3. Estudio de las prácticas tradicionales de transformación y preservación de los alimentos, como uno de los puntos de partida para el desarrollo de tecnología en la materia.

4. Desarrollo de la capacidad en tecnología textil, con énfasis en las fibras en las que México tiene ventajas en la producción de materia prima: algodón y fibras duras (henequén e ixtle de palma). El desarrollo de las fibras requiere de un trabajo interdisciplinario e intersectorial que cubra desde el cultivo de la planta hasta la obtención de telas, cordeles, tapetes, etc.

5. Desarrollo de la industria del vestido mediante el fortalecimiento de la capacidad de organización, administración, diseño e ingeniería de producción y comercialización, con el propósito de abaratar el producto para hacerlo asequible a amplias capas de la población y competitivo en el mercado internacional, y aumentar los niveles de empleo.

6. Estudio de las plantas nacionales con el propósito de obtener taninos para el curtido de pieles.

7. Desarrollo de tecnologías adecuadas para la explotación de maderas duras y semiduras, y las actividades científicas y tecnológicas orientadas a incrementar los coeficientes de aserrío y a aprovechar madera en rollo con diámetros pequeños.

8. Desarrollo de la capacidad de consultoría e ingeniería, y el establecimiento de formas de organización que hagan llegar estos servicios a las empresas pequeñas y medianas.

9. Apoyo técnico a grupos de artesanos e industrias de tipo artesanal para organizar la producción y la comercialización, con el fin de elevar su productividad y aumentar la proporción del valor de los bienes generados que queda en manos de los productores.

10. Estudio de las técnicas artesanales de producción, con el propósito de desarrollar innovaciones que permitan elevar su productividad.

c. Lineamientos específicos para la industria de bienes intermedios.

Para lograr el objetivo propuesto en la industria de bienes intermedios, se fomentará particularmente:

1. Actividades tendientes a la integración tecnológica de la industria de bienes intermedios, para lo cual se promoverá en la industria petroquímica, el desarrollo de una capacidad tecnológica que permita el dominio creciente y acelerado de la ingeniería de detalle, construcción y montaje e ingresar en el desarrollo de la ingeniería básica; en la industria químico-farmacéutica, una mejor selección y negociación de tecnologías; en la industria siderúrgica, el desarrollo de nuevos procesos y la mejora de los utilizados actualmente; en la industria de pulpa y papel, el desarrollo de una capacidad tecnológica para el aprovechamiento integral de la materia prima.

2. Inventario de tecnologías disponibles en el país en las principales ramas del subsector como una de las bases para la elaboración de programas de IADE en cada rama.

3. Investigación tendiente a obtener materias primas industriales de los recursos del país, particularmente de su flora y fauna.

4. En el área de *pulpa y papel*, la investigación de las materias primas -específicamente maderas tropicales-, con vistas a su aprovechamiento industrial; el desarrollo de métodos para el aprovechamiento de los subproductos de la industria de papel en las ramas química, farmacéutica y otras; el desarrollo de sistemas continuos de producción; el desarrollo de tecnologías para la utilización de los desperdicios y para la industrialización de los efluentes.

5. En la industria *químico-farmacéutica*, propiciar el desarrollo de una capacidad tecnológica en apoyo de la industria de capital nacional, que segura-

mente habrá de expandirse a la producción de medicamentos básicos.

6. En la industria *siderúrgica*, la investigación en materia de fundición, sobre todo la tendiente a desarrollar o adaptar tecnologías para la fundición de piezas de gran tamaño necesarias para la industria de bienes de capital.

7. En la industria *petroquímica*, incrementar la capacidad de ingeniería para posibilitar el desarrollo gradual de ingeniería básica para plantas complejas.

8. En la industria de *fertilizantes*, incrementar la capacidad de ingeniería y adaptar el equipo instalado para reducir la heterogeneidad tecnológica.

d. Lineamientos específicos para la industria de bienes de consumo duraderos y de capital.

La integración y la expansión del sector de la industria de bienes de capital constituye uno de los objetivos básicos a mediano y largo plazos de la estrategia de industrialización de México. En vista de que las características tecnológicas de la industria manufacturera en su conjunto se ven directamente afectadas por la maquinaria y equipo utilizados, la componente tecnología de la industria de bienes de capital cobra una importancia decisiva. Por tanto, el desarrollo industrial autónomo sólo puede darse en la medida en que se elabore y ponga en práctica una política para el subsector de bienes de capital que asegure el dominio de la variable tecnológica en la fabricación de maquinaria y equipo.

La industria de bienes de capital se apoya sobre un acervo de conocimientos científico-técnicos sin el dominio de los cuales es imposible concebir un desarrollo tecnológico autónomo. La investigación aplicada es la forma más segura de adquirir un pleno dominio sobre ellos.

1. Como base de sustentación al desarrollo tecnológico de la industria, la investigación aplicada y el desarrollo experimental se concentrarán en:

i. Estudios de procesos relacionados con un gran número de bienes de capital (hidráulicos, térmicos, eléctricos y de difusión de gases y materiales).

ii. Estudios de materiales (metálicos y no metálicos) para construcción de maquinaria, equipo y bie-

nes de consumo duraderos; exploración, explotación, procesos de beneficio, aleaciones y métodos para determinar y mejorar sus propiedades físicas y químicas.

iii. Estudios conceptuales de diseño que permitan obtener bienes de capital adecuados a los materiales empleados y al uso al que se destinan, tomando en cuenta sus funciones específicas, operaciones críticas, partes móviles, normas utilizadas, sistemas de medida, niveles de precisión, etc.

iv. Estudios sobre: procesos de manufactura; tratamientos térmicos; ingeniería mecánica avanzada e ingeniería experimental; forja y fundición de piezas grandes; reparación de bienes de consumo duraderos y de capital.

v. Investigación para el diseño y construcción de generadores eléctricos, para plantas hidroeléctricas, nucleoeeléctricas, termoeléctricas, etc.; y para la producción de las máquinas y herramientas capaces de manejar grandes piezas.

La investigación y desarrollo experimental deberá realizarse, de preferencia, con objetivos concretos a la vista y en asociación con programas específicos de desarrollo tecnológico, para evitar que se conviertan en un fin en sí mismos.

2. Para atender las necesidades de la industria en el futuro inmediato, se deberá desarrollar la capacidad de adaptación y aplicación del conocimiento existente sobre tecnologías de producción de bienes de capital. Las áreas en donde se deberán concentrar esfuerzos son aquéllas en que es posible mejorar inmediatamente la eficiencia de la producción y en que se esperan dificultades tecnológicas para la expansión de la industria:

i. Máquinas herramienta: funcionamiento, instalación y operación, con especial referencia al mantenimiento de pequeñas tolerancias de ajuste.

ii. Planeación y diseño de sistemas de producción: análisis de demanda, concepción general de procesos de producción, selección de plantas, organización de servicios para la producción.

iii. Procesos de maquinado: selección de insumos y velocidades, diseños, optimización del ciclo de maquinado.

iv. planeación de procesos: planeación detallada de rutas de proceso y disposición de la maquinaria.

v. Operación de sistemas de producción: programación de la producción, tiempo de trabajo, control de producción.

3. Las actividades de diseño para la industria de bienes de capital deberán orientarse hacia las siguientes áreas:

i. Diseño de maquinaria y herramientas sencillas para la agricultura tradicional. Estas máquinas deben diseñarse para tareas agrícolas que requieren un máximo de mano de obra, como la cosecha, y algunas de ellas pueden basarse en tracción animal. El proceso de producción de dicha maquinaria debe ser, además, su-

ficientemente sencillo para hacer posible que buena parte de su producción se realice en pequeños talleres.

ii. El diseño y construcción de maquinaria y equipo adecuados a la pequeña y mediana industria del país.

iii. El diseño y construcción de embarcaciones pesqueras pequeñas —pero eficientes y ágiles— para el uso de los cooperativistas.

iv. Diseño y construcción de medios de transporte colectivos no contaminantes para resolver el problema de las grandes urbes y la introducción de mejoras en los medios tradicionales de transportación del medio rural para incrementar su eficiencia.

v. Diseño y construcción de bienes de consumo duraderos de bajo costo para amplias capas de la población.

5. Minería.

A. Situación actual.

A pesar de los problemas de origen interno y externo que tradicionalmente han obstaculizado el desarrollo de la minería, entre los que cabe mencionar el ritmo muy lento de exploración geológico-minera del territorio nacional, la actividad en este sector se ha venido incrementando durante las últimas décadas. El crecimiento de la producción minera ha sido menor que el de la economía en su conjunto: su participación en el PIB pasó del 1.7% en 1954, al 1% en 1964 y al 0.9% en 1973 (en pesos de 1960). Algunos expertos creen que, teniendo en cuenta las condiciones geológicas del país, sería factible aumentar hasta un 3%, en un plazo razonable, la participación de la minería en el PIB.

De los setenta minerales industriales más importantes que se explotan en el mundo, México produce alrededor de cuarenta y la industria nacional procesa y transforma aproximadamente las tres cuartas partes de esa producción. La producción de algunos minerales excede la demanda interna y parte de ella se exporta (fluorita, zinc, azufre); en otros casos, la demanda es superior a la producción y el país debe importar parte o la casi totalidad de sus necesidades (estaño, níquel, fosforitas); finalmente, se da el caso de mine-

rales, como la bentonita, cuya producción coincide con las necesidades internas.

Las condiciones geológicas del país son apropiadas para la existencia de abundantes yacimientos minerales. Sin embargo, por la falta de un adecuado número de expertos en ciencias de la tierra con un nivel de calificación comparable al de los países industrializados, por los escasos recursos financieros asignados a la exploración y debido a las dificultades de acceso, sólo se ha explorado al detalle alrededor del 4% del territorio nacional y del 14 al 20% con cierto detalle. El resto del país se ha estudiado desde el punto de vista geológico general o se ha prospectado en forma empírica. No obstante, se tienen suficientes evidencias para justificar estudios más avanzados e investigaciones geológico económicas de mayor detalle en numerosas zonas del país.

En 1974 los sectores privado y estatal de la minería invirtieron en exploración aproximadamente 560 millones de pesos, que equivalen al 4.2% del valor bruto de la producción minera. Comparando esta cifra con las inversiones que en este mismo renglón hacen los países desarrollados —más de un 10%— nuestra erogación es bastante modesta. No obstante, a pesar de las limitaciones económicas, se aumentaron

en forma considerable las reservas conocidas de cobre, hierro, potasio, fosforita y carbón.

El sector minero muestra una estructura polar de la propiedad: en un extremo se encuentra un pequeño grupo de empresas relativamente grandes y, en el otro, un sinnúmero de empresas pequeñas o minero-individuales. Así, el 88% del valor total de la producción corresponde a las empresas mayores y el restante 12% se distribuye entre los pequeños mineros del país, que constituyen el 90% del total de las unidades productivas. De las 548 compañías registradas en la Secretaría del Patrimonio Nacional, 10 —el 1.8% del total— concentran el 72.5% del capital invertido.

La pequeña minería ha decaído en nuestro país. Sus principales problemas son: carencia de una adecuada infraestructura para su desarrollo, falta de asistencia técnica, insuficiente crédito y débiles canales de comercialización. A pesar de los esfuerzos realizados, no existe una vinculación sólida entre este sector y las instituciones oficiales encargadas de apoyarlo.

Durante los últimos 15 años ha ingresado al sector el Estado mexicano como socio de las empresas mineras ya establecidas o como cofundador de nuevas empresas. La producción de las empresas con participación del Estado, que representaba en 1960 apenas el 5% del valor de la producción minera total, se elevó, en 1974, al 35.1%. En el mismo año, el 49.2% de la producción del sector correspondió a las grandes empresas privadas con poca o ninguna participación del Estado y el 16.1% a la pequeña y mediana minería.

En 1973 la industria minera mexicana dio ocupación a más de 130,000 obreros. En la actualidad se cuenta con 3,200 geotécnicos, de los cuales aproximadamente un 80% labora directamente en la industria extractiva, lo que indica que la base técnica representa alrededor del 1.3% de la fuerza laboral.

El estancamiento secular de este sector, aunado al predominio del capital extranjero en la gran minería antes de que el Estado iniciara su participación en estas actividades (después de 1960), desalentó la formación de profesionales y técnicos. Además, debido a que la producción minera fue dirigida durante muchas décadas principalmente hacia la exportación de minerales metálicos semielaborados, tampoco creció en el país la demanda de profesionales para la industria metalúrgica, con excepción de la del hierro y acero. Si bien es extremadamente difícil definir con exactitud

la disponibilidad de recursos humanos altamente calificados en ciencias de la tierra y actividades tecnológicas conexas, se sabe que entre 1910 y 1974 han egresado de las nueve instituciones de enseñanza superior, en el área de ciencias de la tierra, unos 1 079 geólogos, 419 geofísicos, 805 ingenieros de minas y metalúrgicos, 330 ingenieros químicos metalurgistas y 534 ingenieros metalúrgicos. De todos ellos, sólo un número relativamente pequeño prosiguió estudios de grado y una proporción considerable desistió de recibirse. Se estima que de 1 079 geólogos, 43 tienen el grado de maestría en ciencias y 18 son doctores; de 419 geofísicos, 41 tienen el grado de maestría y sólo 6 el doctorado. En las carreras de ingenieros de minas y metalúrgicos e ingenieros químicos metalurgistas es notoriamente alta la proporción de los egresados no titulados.

En los últimos años, una demanda explosiva de educación en ciencias de la tierra ha producido un acelerado crecimiento de las instituciones educativas en esta área. Algunas de ellas no están preparadas para atender tan fuerte afluencia de estudiantes debido a limitaciones en recursos materiales y económicos y en sus cuadros pedagógicos; el resultado es una deficiente preparación profesional.

El número de geotécnicos por kilómetro cuadrado es de uno por cada 1 100 km², mientras que en Estados Unidos la relación es de uno por cada 300 km². Sin embargo, el número de egresados de las carreras relacionadas con minería y metalurgia ha aumentado en estos últimos años. Se estima que en los próximos tres años egresarán de las instituciones de enseñanza superior más de 1 000 geólogos, número aproximadamente igual al total de los egresados en esta carrera en los últimos cincuenta años. Si bien se podría pensar que de esta manera se resuelve el problema de la escasez de recursos humanos altamente preparados en el sector minero, algunos expertos advierten que se está gestando una situación paradójica: un posible desempleo de los recién egresados de las instituciones de enseñanza superior, no obstante la falta general de personal científico y tecnológico. Los mismos expertos hacen notar que la capacidad de absorción de geólogos y otros profesionistas en el campo minero-metalúrgico sigue siendo bajísima en comparación con otros países que disponen de sectores mineros comparables. Esto se debe a un conjunto complejo de factores, entre los cuales destacan las escasas inversiones en la exploración y el insatisfactorio nivel académico de los egresados en relación a las necesidades tecnológicas del área. De esa suerte, la

mayor disponibilidad absoluta de geólogos no asegura la satisfacción adecuada de las necesidades técnicas del sector. El bajo nivel académico de los recursos humanos explica que en las condiciones de estancamiento relativo de la exploración geológico-minera y de la investigación metalúrgica se contraten expertos extranjeros altamente calificados, a pesar del desempleo incipiente de profesionales egresados de las instituciones de enseñanza superior del país. En estas circunstancias, se hace notoriamente difícil calcular los recursos humanos que se requerirán en los próximos años, aunque se supone que en el período 1976-1982 el sector minero y, en forma particular, las empresas de participación estatal crecerán más dinámicamente que en los últimos decenios.

Las actividades científicas y tecnológicas en este sector cubren una amplia gama. Desde el punto de vista científico, comprenden el conjunto de las ciencias de la tierra y, desde el punto de vista tecnológico, abarcan desde el levantamiento de los datos geológico-mineros, pasando por la exploración y la extracción de la materia prima, hasta el beneficio de metales y el procesamiento de minerales no metálicos.

El gasto de IADE en minería fue de 12 millones de pesos en 1973, excluyendo el gasto en geología y geofísica no aplicadas directamente a la minería. De esta reducida cantidad, el 87.6% se ejerció en instituciones de organismos descentralizados, el 7.5% en em-

presas privadas de capital nacional y el resto (4.9%), a través de instituciones de empresas de participación estatal y de centros de enseñanza superior públicos. Las empresas de capital extranjero y los centros de enseñanza superior privados no dedicaban recursos financieros a la IADE en minería (véase Cuadros 1 y 2).

En 1974 el sector tenía sólo 38 investigadores equivalentes, que trabajaban distribuidos en 11 unidades; 8 unidades concentraban el 39.5% de los investigadores equivalentes del sector y tenían 4 ó menos investigadores cada una. Las otras 3 unidades concentraban el 60.5% de los investigadores equivalentes y tenían de 6 a 10 investigadores cada una. El tamaño de estas unidades da idea de la limitada envergadura de las tareas de investigación que se realizaban (véase Cuadro 9).

El nivel medio de estudios de los investigadores no era muy elevado: el 71.1% sólo había realizado estudios a nivel de licenciatura, un 13.4% tenía estudios de posgrado (6.7% de doctorado y 6.7% de maestría) y un 15.5% contaba con estudios de especialización. En 1974, el gasto promedio asociado a los investigadores equivalentes en minería era de 409.3 mil pesos anuales, mayor que el gasto nacional promedio por investigador equivalente de 370.2 mil pesos anuales (véase Cuadros 1, 9, 10 y 18).

TAMAÑO DE LAS UNIDADES DE IADE SEGUN EL NUMERO DE INVESTIGADORES EN MINERIA 1974				
CLASES	Número de unidades en cada clase		Número total de investigadores ¹ en cada clase	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
De 4 ó menos investigadores	8 ²	72.7	17	37.8
De 5 a 10 investigadores	3	27.3	28	62.2
De 11 a 20 investigadores	0	0.0	0	0.0
De 21 o más investigadores	0	0.0	0	0.0
Total	11	100.0	45	100.0

1 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.
 2 Incluye 0 unidades con cero investigadores según la definición de 1.
 FUENTE: Cuadros 9 y 10

**GASTO DE INVESTIGACION APLICADA Y DESARROLLO
EXPERIMENTAL EN MINERIA
1974**

Conceptos	Datos del sector	% del total nacional	Promedios	A nivel del sector	A nivel nacional
1. Gasto en IADE (miles de pesos) ¹	15 594	0.9	1. Gasto promedio por unidad (miles de pesos)	1 417.6	1 245.5
2. Número de unidades que realizan IADE ²	11	0.8	2. Gasto promedio por investigador ETC (miles de pesos)	409.3	370.2
3. Número de investigadores en ETC ³	38.1	0.8	3. Promedio de investigadores ETC por unidad	3.5	3.4

1 Estimación realizada con base en un incremento del 29.82% del gasto nacional en ciencia y tecnología en el período 1973-1974; puesto que se tienen datos de gasto en IDE para 1973, se infiere un incremento idéntico al del gasto total en ciencia y tecnología.

2 El dato incluye también unidades con cero investigadores.

3 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura. ETC=45.07 horas a la semana, cifra que corresponde al promedio de horas a la semana dedicadas a actividades científica y técnicas por el personal definido genéricamente como de tiempo completo.

FUENTE: Cuadros 1, 9 y 10.

Del personal equivalente que realizaba actividades de IADE en el sector, había 15 personas con formación en geología, que representaban el 36% del personal del sector; 9 en ingeniería minera (21.6%), 8 en química (14.2%) y 7 en geofísica (16.8%) (véase Cuadro 22).

A pesar de los escasos datos disponibles, se puede concluir que el aporte de la ciencia y la tecnología nacionales al conocimiento y evaluación de la riqueza minera del país, y a la solución de los problemas tecnológicos en el campo de la exploración y del proce-

samiento primario de los recursos mineros es sumamente limitado. Las necesidades tecnológicas, en su mayor parte, siguen siendo satisfechas con la aplicación pragmática e *in situ* de los conocimientos de origen extranjero libremente disponibles y con las experiencias acumuladas del personal operativo del sector. Si bien el gasto por la compra de tecnología minera en el exterior —calculado sobre la base de los contratos registrados en la Secretaría de Industria y Comercio— es pequeño en comparación con el gasto en importación de tecnologías industriales, la debilidad de la investigación en el país crea toda clase de

**NIVEL DE ESTUDIOS DE LOS INVESTIGADORES^{1/}
EN MINERIA
1974**

NIVEL DE ESTUDIOS	Total de investigadores		Con estudios en el país		Con estudios en el extranjero	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
Doctorado	3	6.7	0	0.0	3	60.0
Maestría	3	6.7	2	5.0	1	20.0
Especialización	7	15.6	6	15.0	1	20.0
Licenciatura	32	71.0	32	80.0	0	0.0
Total	45	100.0	40	100.0	5	100.0

Se define como investigador la persona que realice IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.

FUENTE: Cuadro 18.

dificultades e inconvenientes para el aprovechamiento más dinámico y más racional de la riqueza de que dispone potencialmente México en el sector de recursos mineros.

Muy recientemente el CONACYT ha iniciado un conjunto de acciones integradas en el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología para el aprovechamiento de los Recursos Minerales con el objeto de fortalecer la investigación y el desarrollo experimental en este sector. Las acciones previstas por este Programa se orientan: a intensificar la formación de recursos humanos adecuados y al fomento de las ciencias y las tecnologías de la tierra en el área de los recursos minerales; a coordinar los esfuerzos de las instituciones de investigación y docencia en el marco de su autonomía; a promover los servicios de apoyo y los trabajos de inventario de los recursos minerales; y a favorecer la realización de proyectos específicos de investigación sobre temas prioritarios.

El desarrollo industrial del país planteará en el futuro una demanda más diversificada y de mayores volúmenes de minerales, e impondrá a las actividades mineras la necesidad de lograr avances tecnológicos sustanciales en diversos campos: modernización y desarrollo de nuevas técnicas de exploración para localizar y ubicar yacimientos de alta o baja ley, tanto superficiales como profundos, incluyendo los depósitos de minerales del lecho oceánico; aplicación de métodos modernos en la mecánica de rocas, en la explotación de yacimientos, y en la organización y administración de empresas minero-metalúrgicas; investigación de tecnologías que posibiliten el aprovechamiento óptimo de los recursos; aplicación de tecnologías adecuadas para conservar los sistemas ecológicos, controlar la contaminación, minimizar la degradación del terreno y favorecer su restauración; desarrollo de sustitutos para materiales escasos, estructuración de una política de conservación de los que abundan y desarrollo de técnicas para reducir o reutilizar los desechos metálicos (chatarra); creación de tecnologías que permitan el beneficio de minerales y rocas de uso no tradicional o que tienen actualmente poca aplicación.

B. Objetivo

Desarrollar una capacidad científica y tecnológica autónoma para conocer y explotar más adecuadamente el potencial minero del país y satisfacer las necesidades tecnológicas de la industria, sobre todo de medianos y pequeños productores.

El desarrollo de la capacidad tecnológica del sector supone que la política educativa se preocupará de que:

1. Algunas ramas de las ciencias de la tierra, como geología, geofísica, hidrología y oceanografía física, ocupen en la educación general un lugar de importancia comparable al de la botánica, zoología, física o matemáticas, con el fin de que se cree un consenso social acerca de su utilidad.

2. Se establezcan programas de capacitación y actualización para los recursos humanos que trabajan en la minería, tomando en cuenta las necesidades de las pequeñas unidades mineras.

3. Se reorganicen los programas de enseñanza superior en las áreas relacionadas con minería para adecuarlos a las necesidades del sector minero y actividades conexas.

4. Se superen severas limitaciones materiales de la educación superior —por ejemplo, la carencia de buenos laboratorios y equipos para la enseñanza— mediante la aportación de recursos por parte de los usuarios de los conocimientos producidos por las ciencias de la tierra, particularmente los del sector público.

C. Lineamientos de política.

Para alcanzar dicho objetivo, se promoverán prioritariamente las siguientes actividades:

1. Desarrollo y adaptación de tecnología de extracción de minerales adecuada a las particularidades de los yacimientos del país, y desarrollo y adaptación de tecnología de beneficio adecuada a las características de los minerales, a la dotación de recursos, al tamaño del mercado y a la organización de la producción.

2. Actividades científicas y técnicas relacionadas con la exploración y eventual explotación de minerales y materiales de construcción en la zona costera, plataforma continental y fondos marinos, con el fin de poder seleccionar, adaptar y desarrollar las tecnologías adecuadas para la explotación de esa riqueza.

3. Aceleración del levantamiento geológico del territorio nacional y de las actividades relacionadas con la exploración geológica, con el fin de poder incrementar las reservas minerales conocidas.

4. Desarrollo de técnicas de exploración para localizar y ubicar yacimientos de alta o baja ley, a distintas profundidades, incluyendo la de exploración en los lechos oceánicos.

5. Desarrollo y aplicación de tecnologías adecuadas para conservar los sistemas ecológicos, minimizar la degradación del terreno y favorecer su restauración.

6. Establecimiento de una política de conservación de los recursos minerales más abundantes, desarrollo de sustitutos para los escasos y desarrollo de tecnologías para reducir o utilizar los desechos metálicos.

7. Desarrollo de tecnología para el beneficio de minerales y rocas de uso no tradicional o de limitada aplicación actual.

8. Asistencia técnica a la pequeña y mediana minería.

9. Establecimientos de laboratorios de pruebas y análisis geológico-mineros, especialmente para la pequeña y mediana empresa. (Estos laboratorios podrían operar con tarifas diferenciales según el tamaño y la propiedad de la empresa que requiera dichos servicios).

10. Desarrollo de normas técnicas adecuadas en materia de productos minerales.

11. Inventario de los recursos minerales para establecer patrones de la metalogénesis en el país y facilitar la exploración en busca de nuevos yacimientos; recolección de información acerca de riesgos geológicos a causa de la inestabilidad del subsuelo, de temblores o de vulcanismo.

12. Vinculación de las instituciones de investigación con las empresas productivas.

13. Aumento de la participación de las grandes empresas privadas en el financiamiento de la investigación aplicada y desarrollo experimental orientados a la minería.

14. Mejora sustancial de la calidad de la enseñanza de las ciencias de la tierra, a todos los niveles.

15. Fortalecer el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología para el aprovechamiento de los Recursos Minerales del CONACYT para que, previa su reestructuración, el Comité que lo preside, pueda actuar como Comité de Programa Sectorial en la fase de implementación de este Plan.

6. Energéticos.

A. Situación actual.

México tiene un consumo de energía por habitante inferior al promedio mundial; sin embargo, está entre los pocos países autosuficientes en recursos energéticos. Su crecimiento promedio del consumo de energía, del orden del 8% anual, es uno de los más elevados del mundo, y cabe esperar que el ritmo de crecimiento del sector energético siga siendo superior al de la economía nacional.

Para analizar el consumo nacional, es necesario considerar dos tipos de energía, correspondientes a dos etapas en su utilización: la energía primaria y la secundaria. La energía primaria es la contenida potencialmente en todos los energéticos básicos —hidrocarburos, carbón, energía hidráulica, nuclear y geotérmica— en el momento en que se incorporan a la eco-

nomía. Algunos de estos energéticos se consumen en forma directa y otros sufren transformaciones que los convierten en sus diferentes formas de uso final, como la energía eléctrica, que puede obtenerse a partir de cualquiera de los energéticos primarios. Durante esta transformación, se producen pérdidas de energía, en ocasiones considerables.

La energía secundaria es la contenida potencialmente en los energéticos cuando éstos llegan al consumidor final. Su valor es igual al de la energía primaria menos la pérdida que se produce en el proceso de transformación y conducción hasta el lugar de consumo. El consumo de energía secundaria mide la disponibilidad de la economía, que se manifiesta en la producción de bienes y servicios; en cambio, la energía primaria representa el significado de la demanda de la economía.

Se estima que el consumo nacional de energía secundaria, que se incrementó de 20.1 millones de metros cúbicos de petróleo crudo equivalente (MCPCE) en 1960 a 47.8 millones en 1973, alcanzará en 1985 la cifra de 117.6 millones de MCPCE¹. Esto significa un crecimiento promedio anual del consumo de energía secundaria del 7.1% durante el decenio pasado y del 7.5% durante el período de proyección. Se trata de una tasa de crecimiento más elevada que la de los países altamente industrializados.

Los sectores industrial y de transporte son lo principales consumidores de energía. En 1973 concentraron, en conjunto, el 62.6% del consumo total. Sigue en orden de importancia el sector energético, que consumió en usos propios y en pérdidas de conversión el 26.4% y la agricultura, el comercio y el uso doméstico con un 11%. El sector más dinámico es el energético, cuyo consumo de energía primaria creció a una tasa promedio anual del 7.6% durante el período 1960-1973, como consecuencia de la electrificación del país.

La característica más importante del sistema energético nacional en la preponderancia de los hidrocarburos, que satisfacen el 90% de las necesidades, distribuyéndose el resto entre el carbón, la hidroelectricidad y los combustibles vegetales.

El consumo nacional de energía primaria fue de 22.9 millones de MCPCE en 1960 y se elevó a 57.2 millones en 1973. Se calcula que llegará a 159 millones en 1985. Es decir, creció a un ritmo del 7.3% anual durante el primer período señalado y se espera que crezca al 8.9% anual durante el segundo. El sector eléctrico es el consumidor más dinámico de energía primaria. Se calcula que la energía primaria requerida para generar electricidad en 1985 será 12 veces mayor que la empleada en 1960. Su participación en la demanda total de energía primaria aumentó del 14.1% en 1960 al 19% en 1973 y se estima que en 1985 se convertirá en el principal sector demandante, junto con PEMEX. La generación de energía eléctrica depende cada vez más de la disponibilidad de petróleo y carbón como fuentes de energía primaria. Mientras que en 1960 más de la mitad de la energía eléctrica provenía de las plantas hidroeléctricas, en 1975 éstas aportaron sólo el 36.7% de la generación total. El in-

cremento acelerado en la producción de electricidad originará pérdidas cada vez mayores en la conversión de energía, a tal grado que en 1985 aproximadamente la cuarta parte de la energía primaria se perderá en el proceso de su transformación en energía secundaria.

Durante el período 1960-1973, la oferta nacional de energéticos primarios creció a una tasa anual del 6.2%, contra un crecimiento de la demanda del 7.4%. Este desequilibrio obligó a elevar las importaciones de energéticos, principalmente de petróleo, a una tasa del 11.8% anual.

Los descubrimientos de nuevos campos petrolíferos en Tabasco y Chiapas en 1972-1974 y su explotación hecha en forma excepcionalmente acelerada, permitieron revertir esta situación, particularmente inconveniente para la balanza de pagos por el aumento de los precios del petróleo en el mercado internacional. Se aumentó la producción de hidrocarburos, obteniéndose en 1975 un promedio de 1.1 millones de barriles por día (0.72 de crudo, 0.09 de líquidos recuperados del gas y 0.29 de gas convertido a equivalente de crudo) y el país pasó a la condición de exportador.

Para el año 2000 se prevé que el consumo total de energía estará comprendido entre 2 770 y 3 370 millones de barriles de petróleo crudo equivalente por año, que provendrán de las siguientes fuentes:

Hidrocarburos	74%
Carbón	12%
Hidroelectricidad	4%
Nuclear	10%

De acuerdo con el análisis de la Comisión de Energéticos, para el año 2000 se habrán consumido 27 200 millones de barriles equivalentes de crudo en hidrocarburos, 760 millones de toneladas de carbón, 39 000 toneladas de U₃O₈ y la generación acumulada de energía hidroeléctrica llegará a 750 TWH.

Esto implica la necesidad de encontrar más de 30 000 millones de barriles de petróleo y gas adicionales a los 6 300 millones de barriles que tiene actual-

1/ El MCPCE es una unidad convencional equivalente a 8'065,754 Kcal.

mente PEMEX como reservas probadas y además, descubrir y desarrollar otros 40 000 millones de barriles de reservas que aseguren la disponibilidad de hidrocarburos en los veinte años siguientes al año 2 000. Por otra parte, se requiere organizar la producción de carbón para extraer 760 millones de toneladas (actualmente se cuenta con 700 millones de toneladas como reservas positivas); seguir la exploración de uranio y su explotación, y desarrollar el 75% del potencial hidroeléctrico teórico ya evaluado por el Plan Nacional Hidráulico.

También para el año 2000 cabe prever la producción de 2 500 MW de origen geotérmico y la existencia de instalaciones que la energía solar en magnitud todavía marginal, pero con tendencia firme hacia la sustitución de otras fuentes.

El grado de dependencia del país en los hidrocarburos como fuente de energía y las dificultades para prever el resultado de los futuros trabajos de exploración de petróleo, hacen particularmente urgente elaborar un plan integrado de desarrollo del sector de energéticos que fije, en lo posible, las necesidades nacionales de largo plazo y defina la estrategia que debería seguirse en este campo a la luz del progreso de la ciencia y la tecnología mundiales.

En vista de que el potencial hidroeléctrico del país está razonablemente bien determinado, se puede planear y programar su utilización con bastante exactitud. Se estima que existen todavía unos 10 000 MW de potencia hidroeléctrica económicamente explotables, de los cuales cuatro o cinco mil están sobre el Usumacinta y sus afluentes y, por lo tanto, su explotación requerirá negociaciones con Guatemala. Para 1980, la potencia hidroeléctrica total instalada será aproximadamente de 7 000 MW y, a partir de esa fecha, salvo por los desarrollos de la Cuenca del Usumacinta ya mencionados, su aporte permanecerá casi estable y su participación en el suministro total de energía disminuirá paulatinamente en términos relativos.

Se ha estimado en 2 000 millones de toneladas las reservas conocidas totales de carbón, en su mayoría coquizable, existentes en el país. Sin embargo, el éxito alcanzado por la Comisión Federal de Electricidad en el descubrimiento de reservas de carbón no coquizable para su empleo en una planta termoeléctrica hace pensar que un programa de exploración adecuado permitirá ampliar en forma sustancial las reservas conocidas, aunque probablemente el carbón

que se descubra será en su mayor parte de baja calidad.

El petróleo y el gas son los recursos energéticos no renovables mejor conocidos y sus reservas están distribuidas en una gran parte del territorio nacional. Sin embargo, las actividades de exploración son muy costosas y la magnitud de las inversiones necesarias para satisfacer la demanda y mantener reservas adecuadas frente al rápido crecimiento de las necesidades nacionales de energéticos podría crear problemas financieros.

Las reservas conocidas de minerales de uranio explotables comercialmente son del orden de las 8 000 toneladas y han sido descubiertas casi en su totalidad en los últimos 4 años. Aunque esta cantidad no es todavía suficiente para basar en ella un programa nucleoelectrico de importancia, las condiciones geológicas del país permiten suponer que, si se aumentan las inversiones, podrían encontrarse reservas de uranio notablemente mayores.

En México hay varias zonas geotérmicas potencialmente aprovechables, de las cuales una, la de Cerro Prieto, cerca de Mexicali, se encuentra en producción. Sin embargo, el aporte de la geotermia a la generación de energía eléctrica, con la tecnología disponible en la actualidad, continuará siendo marginal.

Una característica importante del sector energético de México es que las instituciones responsables de la exploración, explotación, procesamiento y distribución de hidrocarburos, del servicio público de energía eléctrica, del ciclo de combustibles nucleares y de gran parte de la industria del carbón son estatales.

La capacidad tecnológica nacional en el sector energético está bastante desarrollada si se la compara con la de otros sectores. El país es autosuficiente en tecnología de exploración y explotación de recursos primarios, así como en tecnologías de proceso. No obstante, todavía es necesario importar equipo y tecnología para el diseño de plantas energéticas.

La capacidad tecnológica en el sector se explica por la prioridad que se le ha concedido a la investigación y desarrollo en energéticos. Desde una perspectiva sectorial, el gasto en IDE sobre energéticos era el más alto en 1973, con un 18.2% del gasto nacional (244.9 millones de pesos). Asimismo, las principales

instituciones de investigación del sector (IMP, INEN y la Gerencia de Exploración de PEMEX) disponían individualmente de mayores recursos financieros en comparación con cualquiera otra institución de investigación del país. A través de esas tres instituciones se canalizaba el 90.4% del gasto en el sector (véase cuadros 1 y 3).

En 1974, el número de investigadores equivalentes era también elevado (460 investigadores) y contaban individualmente con mayores recursos financieros que el promedio nacional de gasto por investigador. El gasto por investigador equivalente en el sector era de 690.6 mil pesos anuales, mientras que el promedio nacional era de 370.2 mil pesos (véase cuadros 1 y 9).

El nivel promedio de estudios de los investigadores en el sector energético es inferior al de ciencias exactas y naturales. El 65% de los investigadores había realizado únicamente estudios de licenciatura y sólo el 5% tenía estudios de doctorado (véase cuadro 18).

Del personal equivalente que realizaba actividades de IADE en energéticos, había 318 personas con formación en ingeniería, las cuales representaban el 68.6% del personal del sector (96 en ingeniería química, 56 en ingeniería de comunicaciones, electrónica

y de control y 50 en ingeniería petrolera), 46 en geología (9.9%), 20 en geofísica (4.3%), 22 en física (4.7%) y 24 en economía (5.1%) (véase cuadro 22).

El tamaño de una parte importante de las unidades de IDE era relativa y absolutamente pequeño. Alrededor del 44% de las 57 unidades que había en energéticos en 1974 tenía 4 ó menos investigadores y ocupaba en conjunto el 10.5% de los investigadores equivalentes del sector. En cambio, unas pocas unidades con 21 ó más investigadores, que representaban el 12.3% total, empleaban el 63% de los investigadores equivalentes del sector (véase cuadros 9 y 10).

El 94.7% de las unidades del sector pertenecía a organismos descentralizados del Gobierno Federal (véase cuadro 10).

Petróleos Mexicanos, con más de 80 000 empleados, es la empresa más grande del país y se cuenta entre las 500 mayores del mundo. Su producción en 1975 fue de 806 mil barriles por día de petróleo crudo y líquidos de absorción y de 2 155 millones de pies cúbicos por día de gas. Esta empresa tiene el mérito de que, a raíz de la nacionalización del petróleo en 1938, sus técnicos desarrollaron, sin ayuda externa, muchas de las tecnologías petroleras que eran del conocimiento exclusivo de los expertos extranjeros.

GASTO EN INVESTIGACION APLICADA Y DESARROLLO EXPERIMENTAL EN ENERGETICOS					
1974.					
Conceptos	Datos del sector	% del total nacional	Promedios	A nivel del sector	A nivel nacional
1. Gasto en IADE (miles de pesos) ¹	317 880	18.2	1. Gasto promedio por unidad (miles de pesos)	5 576.8	1 245.5
2. Número de unidades que realizan IADE ²	57	4.1	2. Gasto promedio por investigador ETC (miles de pesos).	690.6	370.2
3. Número de investigadores en ETC ³	460.3	9.7	3. Promedio de investigadores ETC por unidad.	8.1	3.4
<p>1 Estimación realizada con base en un incremento del 29.82% del gasto nacional en ciencia y tecnología en el período 1973-1974; puesto que se tienen datos de gasto en IDE para 1973, se infiere un incremento idéntico al del gasto total en ciencia y tecnología.</p> <p>2 El dato incluye también unidades con cero investigadores.</p> <p>3 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura ETC= 45.07 horas a la semana, cifra que corresponde al promedio de horas a la semana dedicadas a actividades científicas y técnicas por el personal definido genéricamente como de tiempo completo.</p> <p>FUENTE: Cuadros 1, 9 y 10</p>					

**TAMAÑO DE LAS UNIDADES DE IADE SEGUN EL NUMERO
DE INVESTIGADORES EN ENERGETICOS.**

1974.

CLASES	Número de unidades en cada clase		Número total de investigadores ¹ en cada clase	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
De 4 ó menos investigadores	25 ²	43.8	69	9.7
De 5 a 10 investigadores	18	31.6	126	17.8
De 11 a 20 investigadores	7	12.3	90	12.7
De 21 ó más investigadores	7	12.3	423	59.8
Total	57	100.0	708	100.0

1. Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.

2. Incluye 2 unidades con cero investigadores según la definición de 1.

FUENTE: Cuadros 9 y 10.

PEMEX cuenta con tecnología moderna para la exploración petrolera; es pionero en Latinoamérica en la construcción de plantas petroquímicas, destacando entre ellas algunas de las más grandes del mundo para producción de amoníaco; y maneja con técnicas propias toda la industria petrolera y petroquímica básica —sólo importa ingeniería para algunas plantas—.

Asociado a la industria petrolera se encuentra el Instituto Mexicano del Petróleo, el cual desde su fundación, en 1965, ha operado como generador de técnicas petroleras y grupo de ingeniería para colaborar con PEMEX en el diseño de sus instalaciones. El IMP es también exportador de tecnología.

La Comisión Federal de Electricidad es responsable del servicio público de energía eléctrica en el país. En 1976 alcanzará una capacidad de 12 millones de kilowatts, manteniendo el ritmo de duplicar la potencia instalada prácticamente cada seis años. Las instalaciones de la CFE cubren todo el país y dan servicio a más o menos el 65% de la población. Mediante el cambio de frecuencia en el sistema eléctrico central, de 50 a 60 ciclos por segundo, se completará la interconexión de todo el territorio nacional, incluyendo las penínsulas de Baja California y Yucatán.

La CFE es autosuficiente en técnicas de operación, planeación y construcción. Se basta a sí misma

**NIVEL DE ESTUDIOS DE LOS INVESTIGADORES¹
EN ENERGETICOS**

1974

NIVEL DE ESTUDIOS	Total de investigadores		Con estudios en el país		Con estudios en el extranjero	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
Doctorado	36	5.1	17	2.7	19	27.9
Maestría	134	18.9	97	15.2	37	54.4
Especialización	78	11.0	70	10.9	8	11.8
Licenciatura	460	65.0	456	71.2	4	5.9
Total	708	100.0	640	100.0	68	100.0

1 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.

FUENTE: Cuadro 18.

para el diseño de centrales hidroeléctricas, excluyendo presas, pero requiere importar tecnología para el diseño de centrales térmicas y nucleares. Tiene en operación plantas hidroeléctricas, termoeléctricas a base de combustóleo y gas, turbinas de gas, máquinas diesel y construye actualmente su primera planta nucleoelectrica y su primera planta grande a base de carbón. También se cuenta entre los pioneros de la geotermia, con la planta de Cerro Prieto, cerca de Mexicali, donde operan dos unidades de 37 MW y donde se prevé la instalación de una capacidad total superior a los 400 MW. Opera además una planta de doble propósito en Rosarito, B.C., la cual, junto con generar electricidad, desala agua de mar para completar el suministro de agua potable de la ciudad de Tijuana.

Sus servicios geológicos atienden la exploración de carbón, la prospección geotérmica y la geología de presas. Posee una unidad de ingeniería experimental que da servicios de mecánica de suelos y rocas, tecnología de concreto, etc. para todos los proyectos.

Recientemente se creó el Instituto de Investigaciones Eléctricas, patrocinado por la CFE, para desarrollar actividades de IDE en el campo energético, incluyendo el desarrollo de técnicas de diseño para equipo electromecánico.

El Instituto Nacional de Energía Nuclear es responsable del ciclo de combustible nuclear (prospección, exploración, minería, beneficio, fabricación de combustibles, reprocesamiento de combustibles irradiados, etc.), de la seguridad nuclear, y del desarrollo y la aplicación de la energía nuclear con fines pacíficos. Hasta el momento, sólo puede considerarse autosuficiente en exploración de uranio.

Las inversiones en plantas nucleares de potencia para la generación de electricidad se incrementarán notablemente en los próximos quince años. La magnitud de este programa hace indispensables la preparación oportuna de recursos humanos y una adecuada selección, contratación, transferencia, absorción, adaptación y desarrollo de tecnología nuclear, con el propósito de desarrollar en el país las bases de una industria nuclear adecuada a las necesidades nacionales.

El carbón es explotado por la industria siderúrgica, pública y privada, en un nivel de producción bajo, del orden de los 6 millones de toneladas métri-

cas por año. El país dispone de suficientes técnicos en la materia teniendo en cuenta el volumen relativamente pequeño de la producción; pero el rápido incremento que se espera de ésta puede frenarse por la escasez de personal especializado.

Existe un déficit crónico de especialistas en ciencias de la tierra, que provoca lentitud en la búsqueda y explotación de los recursos energéticos, sin considerar los hidrocarburos. En el caso de estos últimos, PEMEX cuenta con suficiente personal calificado y con los recursos humanos que su crecimiento demanda.

La investigación y desarrollo experimental del país se concentra primordialmente en las investigaciones sobre el petróleo y el gas, donde destacan los esfuerzos del Instituto Mexicano del Petróleo; y en menor escala sobre energía nuclear y geotermia. Se realizan también algunas investigaciones sobre el aprovechamiento de la energía solar en el Instituto de Ingeniería de la UNAM y el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN. El Instituto de Investigaciones Eléctricas, por su parte, está llamado a tener un importante desarrollo.

En la actualidad, los hidrocarburos constituyen los recursos no renovables más importantes del océano. Lo prueba el impresionante incremento de sus reservas y producción en los últimos años, tanto a nivel mundial como a nivel nacional. Por tal motivo, se hace indispensable la exploración sistemática geológica y geofísica de la plataforma continental y talud continental, utilizando los medios y métodos más modernos para evaluar dichos recursos.

El análisis de las distintas opciones tecnológicas que se abren en el país a largo plazo conduce a los siguientes planteamientos:

1. Los combustibles fósiles, incluyendo el carbón, probablemente bastarán para asegurar el suministro energético nacional hasta principios del próximo siglo.

2. Existen otras cuatro fuentes conocidas de energía: la fisión nuclear, la fusión nuclear, la energía solar y el calor de la tierra, que podrían proveer la energía necesaria durante siglos. De éstas, sólo la fisión nuclear se encuentra suficientemente desarrollada en estos momentos para permitir la transición paulatina de una economía basada en los combusti-

bles fósiles a una economía con una fuente "final" de energía.

3. El petróleo y el gas deben ser gradualmente sustituidos por carbón y uranio en la producción de electricidad, con el objeto de reservar los hidrocarburos para fines industriales, sobre todo para la petroquímica.

4. La energía solar, la fusión nuclear y la energía geotérmica requieren todavía de investigación y desarrollo experimental para poder ser aprovechadas en gran escala. La geotermia es una fuente energética cuyo elevado potencial debe utilizarse adecuadamente. Para convertir el uranio en una fuente duradera de energía, es necesario mejorar su utilización con reactores de cría y desarrollar un ciclo de combustibles bien integrado, con una repercusión mínima sobre el medio ambiente.

5. En la actualidad, se están investigando en diversas partes del mundo varios combustibles "sintéticos" (hidrógeno, metano, metanol). El nivel actual de los conocimientos tecnológicos al respecto permite pensar que estos líquidos o gases, por ser fácilmente transportables, podrían jugar un papel similar al de la electricidad, con la ventaja de poder servir como almacenes de energía, lo que no es posible hacer directamente y en gran escala con la electricidad. Sin embargo, la utilización de estos procesos en gran escala sólo podrá ser efectiva a largo plazo.

La política que sobre este sector está delineado la Comisión de Energéticos toma en cuenta la magnitud de las reservas de recursos, la necesidad de un desarrollo tecnológico autónomo, las capacidades técnicas actualmente existentes, y los costos de la investigación y el desarrollo experimental. Aceptando que no es conveniente ni justificable mantener los precios de los energéticos por debajo de los costos de producción y otorgar subsidios en esta materia (excepto para fines de bienestar social), la política de precios debe permitir que las empresas estatales financien en su mayor parte sus inversiones con recursos propios.

El fuerte aumento de la población y del consumo actual, todavía bajo, de energía por habitante (del orden de los 9 millones de kilocalorías al año, 0.91 MCPCE) niegan la viabilidad de recomendar una reducción en el uso de energéticos, ya que tal política afectaría directamente los niveles de bienestar y crearía problemas serios para el crecimiento de la economía. Se podrán diversificar las fuentes, cambiar su

forma final de utilización y mejorar la eficiencia de su aprovechamiento; pero la energía seguirá constituyendo para la sociedad mexicana, en el futuro previsible, un elemento esencial para su desarrollo socioeconómico. En consecuencia, en el campo energético, la estrategia para el futuro tiene que poner énfasis en los aspectos tecnológicos y de organización de este sector.

B. Objetivo.

Desarrollar una capacidad tecnológica autónoma que permita el aprovechamiento creciente y racional de las fuentes energéticas tradicionales; la diversificación de las fuentes de energía, con la consiguiente disminución de la dependencia del petróleo y del gas natural; y el desarrollo de fuentes de energía tradicionales insuficientemente aprovechadas y de nuevos energéticos.

El cumplimiento de este objetivo requiere de una planificación integral del desarrollo del sector energético, que tome en cuenta el carácter no renovable de algunas fuentes energéticas, las limitaciones naturales para el desarrollo de la energía hidroeléctrica, la necesidad de racionalizar el consumo de hidrocarburos en favor de su utilización como insumo en la petroquímica, la potencialidad de la energía nuclear, las posibilidades de desarrollo de la industria carbonífera, incluida la carboquímica, y el desarrollo y aplicación de otras fuentes como la energía solar, geotérmica, eólica, etc.

C. Lineamientos de política.

Para el cumplimiento del objetivo señalado se promoverán prioritariamente las actividades siguientes:

1. Fortalecimiento de la investigación y el desarrollo experimental sobre sistemas energéticos en uso —los basados en hidrocarburos, carbón, geotermia e hidroelectricidad—, y sobre sistemas avanzados— reactores de cría, fusión, energía solar y aprovechamiento de la energía mareomotriz, entre otras—.

2. Creación acelerada de capacidad tecnológica en el campo de la energía nuclear, pues esta fuente se presenta en estos momentos como la alternativa más viable para reducir la dependencia de los combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica.

3. Investigación y desarrollo experimental en energía geotérmica, con el fin de permitir la absorción eficaz de tecnologías procedentes del exterior y crear una capacidad tecnológica propia.

4. Investigación orientada al desarrollo de tecnologías de bajo costo para aprovechar las fuentes energéticas tradicionales (energía eólica, hidráulica), y la investigación de nuevas fuentes, como los desechos orgánicos (biogás), para satisfacer las necesidades no industriales de localidades y usuarios pequeños.

5. Investigaciones que tengan como objetivo disminuir la pérdida de energía primaria en su conversión a energía secundaria y en la transmisión de esta última.

6. Investigaciones que tengan como objetivo disminuir las pérdidas de energía en sus aplicaciones a

la industria y al transporte, incluyendo los procesos petroleros y petroquímicos.

7. Exploración de los recursos petrolíferos, geotérmicos, carboníferos y uraníferos del país.

8. Fortalecimiento de la capacidad tecnológica, tanto en las fases de exploración, explotación y transporte, como para la fabricación de los equipos requeridos por el sector energético.

9. Fortalecimiento de la capacidad de ingeniería requerida por el sector energético.

10. Difusión de conocimientos destinados a educar al consumidor sobre el uso racional de los energéticos.

11. Formación de expertos y creación de una infraestructura para las investigaciones sobre gasificación, licuefacción y carboquímica del carbón.

7. Transportes y medios de comunicación.

A. Situación actual

El avance logrado dentro del sector transportes y medios de comunicación constituye una de las manifestaciones más claras de la evolución y grado de desarrollo de la economía de un país. La estrecha vinculación que sus actividades guardan con las correspondientes al resto de los sectores socioeconómicos hacen que su infraestructura se convierta en un verdadero sistema integrador dentro de una economía moderna.

El desarrollo de las comunicaciones y transportes en México se encuentra casi por completo bajo la responsabilidad del sector público, cuya política al respecto ha permitido en este campo mantener, en la última década, una tasa de crecimiento medio anual similar a la tasa del PIB. Desde el punto de vista de la inversión del sector público federal, esta política ha significado, en el periodo 1970-1973, pasar de 5 802 a 12 651 millones de pesos, con una tasa promedio de crecimiento de la inversión anual del 29.7%.

La magnitud del esfuerzo se ha traducido en la formación de una infraestructura de aproximada-

mente 192 000 kms. de carreteras; 24 600 kms. de vías ferroviarias; 2.8 millones de aparatos telefónicos; 11 aeropuertos para aeronaves de largo alcance, 23 para mediano alcance, 46 para corto alcance y 1 000 para pequeñas naves y 160 000 kms. de líneas telegráficas. Sin embargo, el sector enfrenta los problemas que provienen de la gran extensión y difícil orografía del territorio nacional, del rápido crecimiento de la población, de la extraordinariamente alta tasa de crecimiento urbano, de la gran dispersión de la población rural, y de la necesaria expansión —tanto en magnitud como en extensión geográfica— de las actividades socioeconómicas.

A pesar de su gran desarrollo en las décadas recientes, el sector padece de múltiples deficiencias y serios problemas de planeación, organización, coordinación y administración. Grandes sectores, especialmente en el interior, no tienen acceso adecuado a los servicios básicos de comunicación y transporte, ya sea por la falta de infraestructura o por el prohibitivo —en comparación con sus ingresos— costo del servicio. No hay una buena integración de los sistemas de transporte carretero, ferroviario y urbano entre sí. El sistema de transporte de las grandes ciudades, imita-

ción del modelo norteamericano, se revela cada vez menos adecuado, especialmente para la población de bajos ingresos, y está contribuyendo tanto al deterioro del medio ambiente como al uso irracional y antisocial de los recursos energéticos. Por supuesto, los costos económicos y sociales de la anarquía prevaliente son sumamente altos.

La política de comunicaciones y transportes ha puesto el énfasis, en los últimos tres decenios, en el desarrollo de la red de carreteras, el transporte aéreo y el servicio telefónico. En 1951 había solamente 14 980 kms. de carreteras pavimentadas, cifra que se eleva a 46 855 kms. en 1972; es decir, hubo un crecimiento de más del 200%. En cuanto al transporte aéreo, el número de vuelos internos se elevó de 57 000 vuelos en 1951 a 153 000 en 1972: un aumento del 168%; el número de pasajeros se incrementó en un porcentaje superior, pasando de 926 000 en el primer año a 3 216 000 en el segundo. El número de teléfonos en servicio creció notablemente en el periodo en referencia: de 305 000 en 1951 a 1 967 000 en 1972. En cambio, en correlación con el crecimiento del transporte carretero y aéreo, la red ferroviaria se incrementó tan sólo en un 5.8% en el mismo período: de 23 329 kms. de vías férreas en 1951 a 24 698 kms. en 1972. Cabe añadir que el número de locomotoras se redujo de 1 484 en 1951 a 1 151 en 1972.

El desarrollo de la infraestructura carretera y de las obras viales en las urbes ha contribuido a que el número de automóviles, autobuses y camiones en circulación se haya incrementado de 360 000 en 1951 a casi 2 000 000 en 1972. Sin embargo, cabe hacer notar que el transporte colectivo ha crecido a una tasa bastante menor que el transporte individual: el número de automóviles aumentó en un 600%, mientras el de autobuses no llegó a duplicarse.

El transporte urbano se ha desarrollado casi exclusivamente a base de automóviles y autobuses. Aunque en la mayoría de las ciudades importantes del país el transporte colectivo urbano padece graves ineficiencias, derivadas en buena parte de problemas administrativos y de organización, no se ha recurrido hasta ahora a medios alternativos adecuados. Con excepción del tren urbano en la Ciudad de México y el que está en construcción en Guadalajara, poco se ha hecho en el país para resolver el problema del transporte colectivo en las ciudades. En cambio, muchos son los recursos que se han canalizado al desa-

rollo de complejos viales urbanos, que benefician mayormente al automovilista individual.

El tráfico en los puertos del país se ha incrementado notablemente: en 1950 arribaron a puertos mexicanos 2 799 navíos de altamar, y zarparon 2 758; estas cifras se elevaron en 1972 a 3 387 y 3 544 respectivamente. En cuanto al movimiento de carga, en 1950 los navíos de alta mar descargaron en puertos mexicanos 1 112 miles de toneladas y cargaron 5 142 miles de toneladas, para 1972 la carga recibida se elevó a 6 868 miles de toneladas y se despacharon 10 156 miles de toneladas; esto es, hubo un incremento de más del 500% en la carga recibida, y de sólo 97.5% en la despachada. El movimiento de pasajeros también se elevó considerablemente: en 1950 desembarcaron un total de 2 842 personas y embarcaron 2 098, en tanto que en 1972 dichas cifras se elevaron a 8 164 y 5 904 respectivamente; un incremento de 187% en los pasajeros que desembarcaron y de 181.4% en los que embarcaron en puertos mexicanos.

La Comisión Coordinadora de Puertos ha impulsado en los últimos años el mejoramiento de los puertos en aspectos operacionales y de infraestructura. El desarrollo de las actividades productivas en el interior del país y el volumen creciente del comercio exterior plantean la necesidad de integrar los distintos medios de transporte y comunicación con los centros productivos, los principales puertos y el desarrollo de la flota mercante nacional. En relación con esto último, la Naviera Multinacional del Caribe es un buen ejemplo.

La transportación terrestre, aérea y fluviomarítima enfrenta —dado lo anterior— un serio reto a corto plazo, pues debe tomar medidas de gran alcance para mejorar la coordinación y eficiencia de las operaciones; para planificar las inversiones y políticas de precios por parte de las diversas entidades gubernamentales involucradas; y para lograr un mejor aprovechamiento de las tecnologías disponibles y promover el desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías.

Se comprende la magnitud del reto si se considera que en la actualidad se encuentran bien comunicadas sólo las poblaciones con más de 10,000 habitantes, mientras que el resto —que agrupan aproximadamente 30 millones de personas— se encuentran parcial o totalmente incomunicadas.

La débil capacidad tecnológica del sector y el predominio que en este aspecto han ejercido las empresas transnacionales en algunas ramas de la comunicación han llevado a canalizar la mayor parte de la demanda de conocimientos técnicos hacia el exterior. Prueba de esta orientación es el hecho de que en el período 1960–1971, comunicaciones y transportes participó con un promedio anual de aproximadamente un 32% en la formación bruta de capital fijo en maquinaria y equipos importados —si bien hay que tener en cuenta que se observa una disminución gradual a partir de 1963, año en que se alcanzó un 44.7%—. El grado de dependencia tecnológica es particularmente alto en las áreas de equipo de transporte aéreo y naval, telecomunicaciones y computación. En algunos casos, como en el del transporte aéreo, la dependencia es tan grande que incluso parte de los servicios de mantenimiento del equipo tiene que realizarse fuera del país. Y aún en los casos en que el equipo se produce internamente, como en materia de automóviles y camiones, no se cuenta con capacidad propia para adaptar las tecnologías extranjeras, y mucho menos para proceder a la innovación y al desarrollo de tecnologías alternativas, con base en el acervo tecnológico adquirido en el exterior durante largo tiempo.

La política de desarrollo de las comunicaciones debe enfrentar a corto plazo el serio problema de hacer compatibles las necesidades planteadas por el sector moderno de la economía —con requerimientos

de insumos, métodos de operación y organización de alto contenido tecnológico— con las necesidades de un amplio sector de la población que todavía carece de los servicios mínimos.

Tal desarrollo requiere de una compleja coordinación debido a la magnitud del sistema existente: en 1975 el servicio postal manejó aproximadamente 1 780 millones de piezas; el servicio telegráfico, 61 millones de mensajes; el sistema telefónico disponía de 2.8 millones de aparatos; el Gobierno Federal tenía bajo su control 50 estaciones de TV con una audiencia potencial de 3 millones de habitantes; el servicio de télex cubría 23 estados y el Distrito Federal.

El esfuerzo científico y tecnológico en el sector de transportes y comunicaciones enfrenta serias dificultades de organización y disponibilidad de recursos. Si bien a nivel federal transportes y comunicaciones caen dentro de la competencia de una sola secretaría de Estado, a nivel del sector público son once los organismos y empresas con funciones asignadas en este campo. Naturalmente, se crean problemas de coordinación operativa entre distintas partes del sector y entre las funciones que competen respectivamente a las autoridades federales, estatales y municipales. Así, por ejemplo, la falta de coordinación entre las entidades responsables del sistema ferroviario y carretero y el de transporte urbano ha obstaculizado

TAMAÑO DE LAS UNIDADES DE IADE SEGUN EL NUMERO DE INVESTIGADORES EN TRANSPORTES Y MEDIOS DE COMUNICACION

1974

CLASES	Número de unidades en cada clase		Número total de investigadores ¹ en cada clase	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
De 4 ó menos investigadores	8 ²	72.7	17	25.0
De 5 a 10 investigadores	0	0.0	0	0.0
De 11 a 20 investigadores	3	27.3	51	75.0
De 21 o más investigadores	0	0.0	0	0.0
T o t a l	11	100.0	68	100.0

1. Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.

2. Incluye dos unidades con cero investigadores según la definición de 1.

FUENTE: Cuadros 9 y 10.

NIVEL DE ESTUDIOS DE LOS INVESTIGADORES¹ EN TRANSPORTES Y MEDIOS DE COMUNICACION

1974

NIVEL DE ESTUDIOS	Total de investigadores		Con estudios en el país		Con estudios en el extranjero	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
Doctorado	12	17.6	1	2.1	11	52.4
Maestría	15	22.1	8	17.0	7	33.3
Especialización	7	10.3	5	10.6	2	9.5
Licenciatura	34	50.0	33	70.3	1	4.8
Total	68	100.0	47	100.0	21	100.0

1 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.

FUENTE: Cuadro 18.

hasta ahora el estudio global de los problemas tecnológicos respectivos y el planteamiento de soluciones integrales.

En lo que concierne a la actividad de investigación y desarrollo experimental que se realiza en el sector, los datos captados por el CONACYT para el período 1973-74 indican un gasto ejercido durante 1973 de apenas 15 millones de pesos en 11 unidades de investigación, las cuales —durante 1974— contaban con 45 investigadores equivalentes (véase cuadros 1, 9 y 10).

El tamaño de las unidades era, en general, pequeño. 8 unidades concentraban el 22.3% de los investigadores equivalentes del sector y tenían 4 o menos investigadores cada una. Las tres unidades más grandes concentraban el 77.7% de los investigadores equivalentes y tenían entre 11 y 20 investigadores cada una. El nivel de preparación académica de los investigadores era relativamente alto: el 39.7% había realizado estudios de posgrado (17.6% de doctorado y 22.1% de maestría); un 10.3% tenía estudios de especialización y el 50% contaba con estudios de licenciatura (véase cuadros 9 y 19).

GASTO EN INVESTIGACION APLICADA Y DESARROLLO EXPERIMENTAL EN TRANSPORTES Y MEDIOS DE COMUNICACION

1974

Conceptos	Datos del sector	% del total nacional	Promedios	A nivel del sector	A nivel nacional
1. Gasto en IADE (miles de pesos) ¹	19 529	1.1	1. Gasto promedio por unidad (miles de pesos)	1 775.4	1 245.5
2. Número de unidades que realizan IADE ²	11	0.8	2. Gasto promedio por investigador ETC (miles de pesos)	435.9	370.2
3. Número de investigadores en ETC ³	44.8	0.9	3. Promedio de investigadores ETC por unidad	4.1	3.4

1 Estimación realizada con base en un incremento del 29.82% del gasto nacional en ciencia y tecnología en el período 1973-1974; puesto que se tienen datos de gasto en IDE para 1973, se infiere un incremento idéntico al del gasto total en ciencia y tecnología.

2 El dato incluye también unidades con cero investigadores.

3 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura. ETC=45.07 horas a la semana, cifra que corresponde al promedio de horas a la semana dedicadas a actividades científicas y técnicas por el personal definido genéricamente como de tiempo completo.

FUENTE: Cuadros 1, 9 y 10.

Los recursos financieros por investigador estaban por encima del promedio nacional. En 1974, el gasto promedio por investigador equivalente en el sector era de 435.9 mil pesos anuales, mientras que el promedio nacional era de 370.2 mil pesos. Sin embargo, al hacer la distinción entre investigadores del área de transportes e investigadores del área de comunicaciones, se observa que para los primeros el gasto promedio era de 654.8 mil pesos, en tanto que para los segundos era de solamente 207 mil pesos, bastante por debajo del promedio nacional (véase cuadros 1 y 19).

Del personal equivalente que realizaba actividades de IADE en el sector, había 13 personas con formación en ingeniería de comunicaciones, electrónica y de control (29.4%), 10 en matemáticas (21.5%), 6 en física (12.3%), 3 en ingeniería civil (7%), 3 en literatura (7%) y 2 en economía (4.5%) (véase cuadro 22).

La investigación y desarrollo en el subsector de comunicaciones, en 1973, se concentraba fundamentalmente en dos instituciones; el Centro de Investigación Estadística y Computación Electrónica de la SCT y el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN, que disponían en conjunto del 80% de los recursos financieros aplicados a la IDE del Sector.

Las principales instituciones que realizan actualmente proyectos de investigación en el subsector transporte son: el Instituto de Ingeniería, la Facultad de Ingeniería y el Centro de Diseño Industrial de la Facultad de Arquitectura de la UNAM; el Instituto Mexicano del Petróleo, especialmente en lo que se refiere a utilización de barros y pavimentos; y la Secretaría de Obras Públicas. En materia de telecomunicaciones se realizan algunos trabajos de investigación aplicada y desarrollo experimental en el Instituto de Ingeniería de la UNAM, en el INAOE y en el Centro de Investigación y Desarrollo de Telecomunicaciones de la SCT.

Las principales líneas de IADE en comunicaciones están concentradas en el área de componentes electrónicos: microcircuitos, transistores, celdas solares; en el área de sistemas y subsistemas de comunicación, como es el caso de telefonía rural; en el diseño de prototipos —especialmente ligados a las necesidades de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes—. Recién se comienza a concentrar esfuerzos en los problemas de IADE de Teléfonos de México. En el

Instituto de Ingeniería de la UNAM y en el Complejo Industrial de Ciudad Sahagún se están realizando estudios de ingeniería mecánica del transporte, de diseño industrial de carrocerías y sobre diferentes medios de transporte.

Como fruto de estas actividades se han generado algunas tecnologías. Se pueden señalar, en general, resultados positivos en el diseño de *software*, en celdas solares, en el diseño de instrumentación electrónica para escuelas y para investigación, y en algunos diseños de equipos y sistemas de telecomunicaciones.

En lo concerniente a recursos humanos en el sector de comunicaciones y transporte, el problema principal es la débil preparación de los ingenieros. Han sido relativamente mal preparados para labores de diseño y de generación tecnológica adecuada al país y, salvo honrosas excepciones, trabajan en la línea de producción, en el control de calidad de línea, en la administración de empresas industriales, en la venta y en el servicio. Dada la estructura misma de la industria y de sus relaciones tecnológicas con el extranjero, no se ha requerido del ingeniero mexicano capacidad para el diseño de nuevos equipos, componentes y *software*.

No existe en el sector una integración, o coordinación al menos, de las actividades de las diferentes instituciones que realizan IDE y, sobre todo, no se ha desarrollado la capacidad necesaria para prestar apoyo tecnológico al sector industrial y al sector de servicios de comunicaciones y transportes.

Además de los problemas de coordinación interinstitucional antes mencionados y de los insuficientes recursos financieros y humanos dedicados a la IADE del sector, puede suponerse que el desarrollo de las actividades científicas y técnicas orientadas a la incorporación racional de tecnologías ya conocidas y a la generación de otras, es obstaculizado por la exigua demanda de los diversos usuarios potenciales —incluyendo al sector público y a las autoridades estatales y municipales—, que dependen fuertemente de las tecnologías de procedencia extranjera.

Un requisito básico para que la IDE responda a las necesidades de las comunicaciones y de los transportes es la integración coherente de los lineamientos de política científica y tecnológica en los planes nacionales de comunicaciones y transportes.

B. Objetivo.

Desarrollar una capacidad tecnológica autónoma para establecer un modelo tecnológico en transportes consistente en: el desarrollo integrado de los distintos sistemas de transporte, el uso racional de los combustibles no renovables, el desarrollo de medios de transporte colectivo adecuados a las necesidades de la mayoría de la población, y el desarrollo de equipos no contaminantes y de bajo costo.

En materia de comunicaciones, desarrollar una capacidad tecnológica autónoma que permita ampliar la cobertura de los servicios de comunicación a los sectores de la población que carecen de ellas y disminuir la dependencia del exterior.

C. Lineamientos de política.

Para conseguir este objetivo, se promoverán prioritariamente las siguientes actividades:

1. Fortalecimiento de la capacidad tecnológica del sector, especialmente en aquellas áreas donde: a) se realicen grandes inversiones en comunicaciones y transportes por cuenta de empresas del sector público; b) existan las economías de escala para producir en el país, en empresas nacionales, los aparatos, equipos o sistemas requeridos por el sector.

2. Actividades científicas y tecnológicas orientadas a la racionalización y planeación del sistema nacional de transportes, incluyendo la integración de los medios existentes y el desarrollo de otros adecuados a las necesidades del país, con énfasis especial en el transporte colectivo.

3. Investigaciones que tengan como objetivo el diseño y desarrollo de sistemas de transporte urbano adecuados a las condiciones socioeconómicas y al tamaño y estructura de las ciudades, que frenen el uso anárquico de los recursos energéticos y que permitan preservar el medio ambiente.

4. Desarrollo de la capacidad tecnológica sobre ferrocarriles. Deberá procurarse que éstos recuperen su importancia en el transporte masivo de carga y participen en la solución de los problemas del transporte suburbano de pasajeros. Para esto se requiere mejorar la operatividad del sistema; innovar y adaptar tecnologías sobre material rodante, equipo de arrastre e infraestructura; y ampliar la red ferroviaria.

5. Aumento sustancial de las investigaciones en materia de infraestructura del transporte para: a) mejorar la permanencia y duración de las estructuras viales a costos compatibles con la economía del país; b) adecuar permanentemente las normas para el diseño y construcción de carreteras, aeropuertos y vías férreas; c) definir fórmulas operativas para introducir un mayor componente de mano de obra en la realización de los proyectos de infraestructura; d) evitar daños en los ecosistemas y el medio ambiente como resultado de las obras.

6. Investigaciones que tengan como objetivo la satisfacción de los requerimientos científicos y tecnológicos para la fabricación nacional de barcos.

7. Actividades científicas y tecnológicas orientadas a racionalizar el sistema portuario nacional y su interconexión con los otros sistemas de transporte.

8. Actividades científicas y técnicas orientadas a crear una capacidad tecnológica, actualmente inexistente, en equipos de transportación aérea, buscando, en una primera etapa, la autosuficiencia en los aspectos de mantenimiento y reparación de equipos mayores.

9. Actividades científicas y tecnológicas conducentes al incremento de la capacidad técnica de los servicios tradicionales de comunicación postal y telegráfica.

10. Desarrollo de una capacidad tecnológica que permita, inicialmente, la selección, negociación y adquisición de la tecnología importada en telecomunicaciones y, posteriormente, su asimilación, adaptación e innovación.

11. Desarrollo tecnológico de subsistemas comunes a los requerimientos electrónicos de las telecomunicaciones, la informática y la instrumentación electrónica.

12. Investigaciones tecnológicas cuyos resultados puedan desarrollarse a nivel competitivo internacional, como por ejemplo, sobre componentes clave de los conjuntos de telecomunicaciones, y sobre nuevos conceptos relativos a redes de telecomunicación (especialmente para el sector rural) y equipo terminal.

13. Desarrollo de los servicios de ingeniería y consultoría en el subsector de comunicaciones, en particular los de ingeniería básica en la rama de telecomunicaciones.

14. Incremento de la participación de las grandes empresas estatales y privadas de propiedad nacio-

nal en el financiamiento y ejecución de la investigación en el sector.

15. Fortalecimiento de la enseñanza a nivel medio y superior con el objeto de formar recursos humanos capacitados para realizar tareas de adaptación e innovación tecnológica.

8 Desarrollo urbano, construcción y vivienda.

A. Situación actual.

México es uno de los países del mundo cuya población aumenta más rápidamente. Tiene una tasa de crecimiento del 3.46% anual, lo que significa la duplicación de la población cada 20 años. Esta alta tasa de crecimiento demográfico, unida al desarrollo acelerado de las actividades económicas urbanas (industria, comercio, servicios) y a la incapacidad del sector agropecuario para proporcionar ocupación e ingresos adecuados a la creciente población rural, ha producido un fuerte flujo migratorio del campo a la ciudad (localidades de más de 15 000 habitantes) que ha elevado la tasa de crecimiento urbano a más del 5% anual.

En 1975 la población urbana del país era aproximadamente de 29 millones y alcanzará para 1980 la cifra de 36 millones, año en el que se estima que casi el 50% de la población del país habitará en ciudades de más de 15 000 habitantes. En este mismo año, habrá alrededor de 270 ciudades en el país, seis de ellas con más de medio millón de habitantes, dos con más de dos millones y el área urbana de la ciudad de México con más de 14 millones.

Tal ritmo de crecimiento urbano plantea la necesidad de desarrollar cada catorce años una infraestructura urbano-ciudadina igual a la que existía al principio de ese período, y solucionar simultáneamente los problemas de vivienda, transporte y contaminación ya existentes en las urbes del país.

Para estas labores el sector público cuenta con un número importante de organismos; pero éstos carecen del marco de referencia de una política integral y hasta hace poco no contaban con los mecanismos institucionales y legales adecuados para poner en marcha una política de desarrollo urbano. Esta situación hace que operen sin coordinación e incurran en duplicacio-

nes y contradicciones que agudizan la escasa disponibilidad de recursos.

Recientemente se han tomado medidas legislativas que crean los mecanismos institucionales necesarios para poner en práctica una política de desarrollo urbano. A fines de 1975, el Presidente de la República turnó tres iniciativas de ley relacionadas con la materia a la Cámara de Diputados: la primera de ellas consistía en adiciones y reformas a los artículos 27, 73 y 115 constitucionales y tenía como objetivo remover los impedimentos para la expedición de las otras dos: la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal y la Ley General de Asentamientos Humanos. La última de las medidas legislativas mencionadas tiene por objeto: establecer la concurrencia entre los distintos niveles de gobierno para la ordenación y regulación de los asentamientos humanos en el territorio nacional; fijar las normas básicas para planear la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; y definir los principios conforme a los cuales el Estado ejercerá sus atribuciones para determinar las correspondientes provisiones, usos, reservas y destino de áreas y predios. La Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal tiene el mismo objeto en su ámbito de competencia. A estos actos legislativos deberán seguir, complementariamente, las leyes estatales sobre asentamientos humanos. La Ley General de Asentamientos Humanos determina que la regulación y ordenación de los asentamientos se llevará a cabo a través de un Plan Nacional de Desarrollo Urbano, de planes estatales y municipales, y de planes de ordenación de las zonas conurbadas. Su importancia radica en que establece la obligación de formular planes que deben contemplar las cuestiones socioeconómicas y físicoecológicas más importantes. La Ley y demás disposiciones sientan las bases para una acción racional en la materia.

La enorme tarea que habrá de ponerse en marcha requerirá de importantes cambios en la estructura administrativa y generará una gran demanda de recursos humanos preparados, que el país no posee y que será necesario formar aceleradamente. Habrá que generar, sistematizar y difundir una gran cantidad de información.

El problema habitacional en el país se ha venido agravando en los últimos años; actualmente la mayor parte de la población habita en viviendas inadecuadas. En 1960, el 57% de las viviendas tenían tres o más personas por cuarto. En el mismo año, el índice de ocupación por cuarto habitable era de 2.9 y se comparaba desfavorablemente con Argentina 1.4, Chile 1.6, Perú 2.2 y Ecuador 2.5. Esta situación manifiesta una tendencia a empeorar, como lo reflejan los datos censales sobre el número promedio de habitantes por vivienda: 4.9 en 1950, 5.45 en 1960 y 5.85 en 1970. El déficit de viviendas en sentido cuantitativo y cualitativo aumentó en ese período y aún continúa aumentando.

Es evidente que ante el rápido crecimiento de la población, particularmente de la urbana, y ante la pobreza de la mayor parte de los demandantes de vivienda, el mecanismo de mercado no puede satisfacer las necesidades de las mayorías. Del total de viviendas terminadas entre 1950 y 1970, se estima que el 27% fueron construidas por el sector privado, el 8% por organismos públicos y el 65% por el sector popular (viviendas construidas por sus habitantes).

La prioridad otorgada a la vivienda por el Gobierno Federal hasta 1970, como lo demuestran las cifras anteriores, fue muy baja. Durante la actual administración, los grandes esfuerzos emprendidos, sobre todo mediante la creación del INFONAVIT, el FOVISSSTE, el FOVIMI, la Dirección General de la Habitación Popular del Departamento del Distrito Federal, y la reestructuración del INDECO, han logrado elevar al 25% la participación de los organismos públicos en la construcción de viviendas. El sector privado construye ahora el 20% y el popular el 55%. Resulta claro que para el futuro, no obstante el esfuerzo masivo de estos nuevos programas gubernamentales, el sector popular tendrá que seguir representando el papel principal.

A pesar de la importancia de la vivienda del sector popular, prácticamente no se han desarrollado diseños y técnicas de construcción que mejoren su calidad y

comodidad. Son viviendas totalmente inadecuadas, construidas sin base técnica por habitantes urbanos marginados que han perdido buena parte de los conocimientos tradicionales y que suelen imitar los patrones de construcción de las clases medias sin contar con sus recursos. Por sus deficiencias y la mala calidad de los materiales, se ven gravemente afectadas por las inclemencias del tiempo y no resisten sismos de mediana intensidad.

Es evidente la necesidad de desarrollar programas de ayuda técnica y financiera para la construcción que realiza el sector popular. El apoyo a este tipo de construcción —que tiene la enorme ventaja de movilizar fuerza de trabajo sin costo en remuneraciones— parece ser una estrategia viable, a mediano plazo, para aliviar el problema habitacional del país.

La cantidad de viviendas que habría que construir en los próximos años, si se pretendiera satisfacer plenamente para 1982 la demanda habitacional, sería de casi veinte viviendas por cada mil habitantes al año, cifra que ningún país del mundo ha alcanzado. Menos aún puede hacerlo un país con escasos recursos y con sistemas de construcción de elevado costo económico y social.

La industria de la construcción ha crecido muy aceleradamente. En el período 1950—1973 presenta una tasa real de crecimiento del 8.1% la cual es más elevada aún, 9.2% si se calcula únicamente entre 1963 y 1973. Mientras en 1960 representaba el 4% del producto interno bruto, para 1973 alcanzaba ya el 5% (a precios de 1960) y daba empleo a más de 650 mil trabajadores, cerca del 5% de la población económicamente activa del país.

El país cuenta con una fuerte base tecnológica general en el campo de la construcción, que se generó a partir de los programas de obras públicas iniciados en el período posrevolucionario. Al principio, estas obras eran encomendadas a empresas extranjeras, en las cuales realizaron su aprendizaje algunos profesionistas mexicanos que posteriormente fundaron sus propias compañías y, gracias a la actitud deliberada del sector público de favorecer a las empresas mexicanas, el total de la industria de la construcción pasó progresivamente a manos nacionales.

Esta política de los gobiernos de la Revolución promovió el desarrollo de la ingeniería civil en el país.

El resultado ha sido una independencia tecnológica en la materia que contrasta fuertemente con la dependencia que caracteriza a casi todas las demás ramas de la tecnología, particularmente de la industrial. La diferencia señalada se explica, también, por la estructura más o menos competitiva de la industria de la construcción, lo que estimula a los empresarios a disminuir costos y mejorar la calidad; por la incosteabilidad o imposibilidad de importar bienes intermedios y finales para esta industria; por las particularidades del subsuelo de la Ciudad de México, que ha obligado a desarrollar tecnologías para resolver los problemas específicos que plantea; por el hecho de que buena parte de los procedimientos de construcción no son patentables. No es raro, por tanto, que en este campo se hayan vinculado la industria, la investigación —especialmente el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México— y la docencia; que el país sea capaz de resolver los problemas técnicos más complejos y proporcionar asistencia tecnológica al exterior, y que esta rama de la ingeniería haya aportado innovaciones tecnológicas de importancia mundial. También destacan por su labor en el desarrollo de la ingeniería civil, la Facultad de Ingeniería de la UNAM y el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.

Entre los ejemplos de desarrollo de la capacidad de ingeniería civil en el país pueden mencionarse: la utilización de técnicas muy avanzadas (pilotes de con-

trol, sistemas de flotación, losas nervadas), debido, en gran parte, a las características especiales del subsuelo de la Ciudad de México; capacidad de construcción de presas y puentes de gran tamaño; la investigación tecnológica que se requirió para resolver algunos de los problemas que planteó la construcción del tren subterráneo y del sistema de drenaje profundo. La capacidad de las empresas de ingeniería nacionales ha hecho posible, en años recientes, la exportación de servicios de asistencia técnica a algunos países latinoamericanos.

En 1973, existían veintinueve centros de enseñanza superior en el país en los cuales se impartía la carrera de ingeniería civil. Sin embargo, el desarrollo de la capacidad científica y tecnológica en este sector no ha sido homogéneo. Mientras en materia de utilización de técnicas de construcción de grandes obras el país ha logrado un gran progreso, que le permite incluso dar asistencia tecnológica a otros países en desarrollo, el avance de la capacidad para la construcción de vivienda popular ha sido mucho menor. Algo similar ocurre en materia de desarrollo urbano, donde los conocimientos científicos y tecnológicos han permanecido a la zaga del crecimiento espontáneo, no planificado de las ciudades.

A partir de 1971, la Secretaría de Obras Públicas inició el Programa de Caminos de Mano de Obra, que consiste en la construcción de caminos vecinales con

TAMAÑO DE LAS UNIDADES DE IADE SEGUN EL NUMERO DE INVESTIGADORES EN DESARROLLO URBANO, CONSTRUCCION Y VIVIENDA.

1974

CLASES	Número de unidades en cada clase		Número total de investigadores ¹ en cada clase	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
De 4 ó menos investigadores	39 ²	70.9	83	37.2
De 5 a 10 investigadores	13	23.6	103	46.2
De 11 a 20 investigadores	3	5.5	37	16.6
De 21 ó más investigadores	0	0.0	0	0.0
T o t a l	55	100.0	223	100.0

1 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.

2 Incluye 1 unidad con cero investigadores según la definición de 1.

FUENTE: Cuadros 9 y 10

métodos intensivos en mano de obra y herramientas manuales. La utilización de maquinaria estuvo determinada por: a) las características topográficas del terreno, b) la disponibilidad de mano de obra y c) sus posibles impactos negativos sobre la producción agrícola o las condiciones generales de vida. Aparte de los logros ya alcanzados (construcción de 64 mil kilómetros de caminos en cinco años), es una demostración

convinciente de que métodos de este tipo son viables y económicos. De acuerdo con la información de la SOP, el costo a precios de mercado de estos métodos resulta competitivo con el costo de los que utilizan maquinaria pesada. Esto significa que, dada la sobrevaluación relativa que existe en el país del costo de la mano de obra y de la subvaluación del costo de los bienes de producción en relación de sus respectivos

GASTO EN INVESTIGACION APLICADA Y DESARROLLO EXPERIMENTAL EN DESARROLLO URBANO, CONSTRUCCION Y VIVIENDA 1974					
Conceptos	Datos del sector	% del total nacional	Promedio	A nivel del sector	A nivel nacional
1. Gasto en IADE (miles de pesos) ¹	60 429	3.5	1. Gasto promedio por unidad (miles de pesos)	1 098.7	1 245.5
2. Número de unidades que realizan IADE ²	55	3.9	2. Gasto promedio por investigador ETC (miles de pesos)	440.4	370.2
3. Número de investigadores en ETC ³	137.2	2.9	3. Promedio de investigadores ETC por unidad	2.5	3.4
<p>1 Estimación realizada con base en un incremento del 29.82% del gasto nacional en ciencia y tecnología en el período 1973-1974; puesto que se tienen datos de gasto en IDE para 1973, se infiere un incremento idéntico al del gasto total en ciencia y tecnología.</p> <p>2 El dato incluye también unidades con cero investigadores.</p> <p>3 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura. ETC=45.07 horas a la semana, cifra que corresponde al promedio de horas a la semana dedicadas a actividades científicas y técnicas por el personal definido genéricamente como de tiempo completo.</p> <p>FUENTE: Cuadros 1, 9 y 10.</p>					

costos sociales, los métodos de referencia tienen un costo social menor. Otras de sus ventajas son que generan una distribución menos concentrada del ingreso y que inciden en mucho menor medida en la balanza comercial del país. Estos métodos deben continuarse aplicando y extenderse a la construcción de otro tipo de obras.

Globalmente, el esfuerzo de investigación en el área es muy débil. En 1973 se destinaron a la IADE 46.5 millones de pesos (el 3.5% del gasto nacional en IDE), lo que contrasta con la elevada inversión pública que se realiza anualmente en este campo, 8 347 millones de pesos en el año en referencia. El número de investigadores equivalentes del sector era de 137 en 1974. Estos limitados recursos, además, se aplicaban en forma muy dispersa, con escasa coordinación y continuidad (véase cuadros 1, 3 y 9).

Había en el año recién mencionado cincuenta y cinco unidades de investigación orientada al sector de

desarrollo urbano, construcción y vivienda. El tamaño de estas unidades, medido por el número de personal, era, en general, bastante pequeño. Casi el 44% de las unidades tenía 1 ó 2 investigadores y concentraba el 11.7% del total de los investigadores equivalentes. Un 49% tenía entre 3 y 10 investigadores equivalentes del sector. Ninguna unidad estaba formada por más de 16 investigadores (véase cuadros 9 y 10).

El nivel de estudios de los investigadores era similar al de otros sectores: el 13.9% había realizado estudios de doctorado; el 32.3% de maestría; el 12.1% de especialización; y el 41.7% de licenciatura. En 1974, el gasto promedio por investigador equivalente, 440.4 mil pesos anuales, era más elevado que el promedio nacional, 370.2 mil pesos (véase cuadros 1 y 19).

Del personal equivalente que realizaba actividades de IADE en el sector, había 111 personas con formación en ingeniería, que representaban el 78% del personal del sector (60 en ingeniería civil —42.2%—, 13

en ingeniería mecánica -9.1%-, 7 en ingeniería marina y portuaria -4.9%-, en ingeniería química -2.8%- y 3 en ingeniería industrial -2.2%-). Había sólo 15 personas con formación en arquitectura (10.5%). Del personal con formación en ciencias sociales y humanísticas, había 3 en economía (2.1%), 2 en psicología (1.4%) y 6 en administración (4.2%) (véase cuadro 22).

Las instituciones de mayor importancia según el volumen de recursos financieros que ejercieron en 1973 son: el Instituto de Ingeniería de la UNAM, la Dirección General de Ingeniería de Sistemas de la SOP y la Subdirección Técnica del INFONAVIT. Estas tres instituciones realizaron el 75.4% del total del gasto del sector.

Los datos de una encuesta hecha recientemente para conocer el estado de la investigación sobre desarrollo regional y urbano muestran que el esfuerzo en este sentido es mayor de lo que se suponía. Sin embargo, sólo dos instituciones, ambas de provincia, se especializan en la materia; el resto orienta su investigación hacia campos más amplios o diferentes al desarrollo regional y urbano.

Esta situación influye para que se produzca una gran diversidad de temas de investigación, y para que los investigadores trabajen sobre temas específicos o sectoriales, sin llegar a abordar la problemática de una manera integral, como un campo de problemas con una dimensión teórica y metodológica específica, en la que el trabajo interdisciplinario es de vital importancia.

NIVEL DE ESTUDIO DE LOS INVESTIGADORES ¹ EN DESARROLLO URBANO, CONSTRUCCION Y VIVIENDA.						
1974						
NIVEL DE ESTUDIOS	Total de Investigadores		Con estudios en el país		Con estudios en el extranjero	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
Doctorado	31	13.9	15	8.2	16	39.0
Mestría	72	32.3	57	31.3	15	36.6
Especialización	27	12.1	20	11.0	7	17.1
Licenciatura	93	41.7	90	49.5	3	7.3
Total	223	100.0	182	100.0	41	100.0

¹ Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura

FUENTE: Cuadro 18

Algunos temas importantes de desarrollo urbano y regional que no han recibido atención suficiente son: investigaciones sobre aspectos políticos, grupos urbanos marginados, asentamientos no controlados, grupos regionales de poder, aspectos legales y administrativos, recursos naturales en relación con el desarrollo regional y urbano, inversiones, y sectores como minería y construcción. Asimismo, cabe destacar el escaso interés por problemas específicos que afectan a un sinnúmero de ciudades del país: tránsito, contaminación, dotación de servicios públicos, especulación con el suelo, etc. Por último, debe mencionarse la ausencia de planteamientos integrales sobre el desarrollo regional y urbano de México, que combinen el análisis de los problemas presentes con una perspectiva y a largo plazo.

Las estimaciones realizadas hasta el momento muestran que la demanda de especialistas en desarro-

llo urbano y regional se duplicará entre 1973 y 1980. Si bien las actividades que ejercerán mayor demanda serán las de tipo técnico, también habrá un crecimiento importante a corto plazo de las actividades relacionadas con la investigación. Se considera que el sector público en general, y las instituciones del Gobierno Federal en particular, seguirán participando de manera importante en actividades relacionadas con el desarrollo urbano y regional del país. Para la aplicación de la Ley General de Asentamientos Humanos, comentada anteriormente, será necesario realizar una serie de trabajos técnicos, investigaciones y labores administrativas en distintos organismos oficiales, lo que demandará recursos humanos especializados en la materia.

La estimación media de la demanda de personal calificado en desarrollo urbano y regional para 1980, realizada en un estudio reciente, indica un total de

2 371 especialistas (91 profesores, 684 investigadores, 399 administradores y 1 197 técnicos). Sin embargo, la oferta de personal estimada para ese año (egresados de instituciones nacionales y extranjeras) no alcanzará tales cifras; se calcula un déficit de 976 especialistas.

Para hacer frente a tal demanda existen cursos en varias instituciones del país. La UNAM cuenta con un programa de maestría en arquitectura, con especialidad en urbanismo; el IPN con un programa de maestría en ciencias, con especialidad en planificación; y la Universidad Veracruzana con un programa de maestría en desarrollo regional. Además, en el Estado de México, el Instituto de Desarrollo Urbano y Regional y la Universidad Autónoma del Estado de México, en convenio con la Universidad del Sur de California (EE.UU.), prevén la formación de especialistas en planificación urbana y regional. En la Universidad de Guanajuato, en la Facultad de Arquitectura, se ha organizado una maestría en desarrollo urbano y regional. También debe señalarse el curso avanzado sobre planeación de desarrollo regional y urbano, que forma parte del Programa Nacional de Capacitación Tecnológica de la Secretaría de la Presidencia, con el apoyo de Naciones Unidas; dicho curso cuenta con la colaboración del Centro de Estudios del Medio Ambiente de la UAM de Atzacapatzalco. Finalmente, el Centro de Estudios Económicos y Demográficos de El Colegio de México iniciará una maestría en desarrollo urbano en el curso de 1976.

La orientación predominante en los cursos citados es hacia la formación de planificadores urbanos y/o regionales, con énfasis en los aspectos físicos. Sin embargo, últimamente varios programas han incorporado elementos socioeconómicos que amplían su marco de análisis y algunos, como el de la Universidad Veracruzana, el curso intensivo de la Secretaría de la Presidencia y Naciones Unidas, y el de El Colegio de México, centran más su atención en aspectos del desarrollo que en la planeación urbana y regional.

El enfoque urbanístico de tipo físico deberá ceder terreno en favor de otros en los que componentes social y económico sean predominantes. Existen indicios suficientes como para prever que esta tendencia se reforzará en el futuro.

B. Objetivo.

Establecimiento de un nuevo modelo de desarrollo tecnológico en el sector, basado: a) en la creación

gradual de un sistema de asentamientos humanos que signifique una distribución más racional y equitativa de la población y de las actividades económicas en el territorio; una eficiente interacción entre los sistemas de convivencia y de servicios en cada asentamiento humano, y que no conlleve el deterioro del ambiente; b) en una más alta prioridad para el desarrollo y adopción de diseños de vivienda adecuados y accesibles a las mayorías, y de técnicas para la construcción de viviendas y otros servicios urbanos por los propios moradores (sin desatender el desarrollo de las técnicas de construcción masiva); y c) en un mayor desarrollo y aplicación de métodos de construcción intensivos en mano de obra que permitan una utilización racional de los recursos de que dispone el país.

Para la consecución de este objetivo se dispone del mecanismo de los planes de desarrollo urbano instituidos por ley. El objetivo tiende a lograr una mayor armonía en las relaciones entre el campo y la ciudad; una adecuada interrelación de ciudades; la descongestión de las grandes urbes y el fomento de ciudades de dimensiones medias; la elevación de la calidad de la vida en la comunidad; y la regulación del mercado de terrenos y de vivienda.

La investigación para estos fines deberá realizarse de preferencia en universidades e instituciones del sector público, particularmente en organismos que actúan en forma directa en el sector. Sin embargo, en el caso del desarrollo de tecnologías para la reducción de los costos de viviendas y servicios urbanos y para mejorar el medio ambiente, deberán aplicarse también recursos del sector privado.

C. Lineamientos de política.

Para conseguir este objetivo, se promoverán prioritariamente las siguientes actividades:

1. Estudios sistemáticos destinados a evaluar los efectos de la distribución actual de la población y de sus tendencias.

2. Análisis de las opciones para una estrategia nacional de distribución de la población.

3. Investigaciones sobre opciones urbanísticas y arquitectónicas para los medios rural y urbano, orientadas al beneficio de grandes sectores de la población. En particular sobre el establecimiento de relaciones

adecuadas entre zonas de actividad económica y de vivienda y sobre el transporte entre ambas.

4. Estudios del proceso de urbanización y de sus beneficios y costos, e investigaciones tendientes a optimizar esta relación.

5. Estudios sobre los mecanismos necesarios para lograr una distribución más equitativa de los costos y beneficios del crecimiento de las ciudades, y sobre las modalidades de tenencia y uso del suelo y la vivienda en el sector urbano.

6. Estudios sobre métodos y medios de transporte y comunicación urbanos, orientados a encontrar soluciones que beneficien a la mayor parte de los habitantes y eviten la contaminación del medio ambiente y la utilización anárquica de recursos no renovables de importancia estratégica para el desarrollo del país, como los hidrocarburos.

7. Desarrollo y difusión de diseños y técnicas de construcción apropiados para la construcción de viviendas por sus propios moradores.

8. Desarrollo y difusión de tecnologías de construcción, particularmente intensivas en mano de obra.

9. Investigación, difusión y asesoramiento especializado para que las técnicas conocidas y las nuevas que se desarrollen en materia de servicios urbanos, de manejo del tránsito y de otros aspectos de la vida ciudadana sean aplicadas con más eficiencia por los organismos correspondientes.

10. Desarrollo de tecnologías para preservar y sanear el medio ambiente.

11. Investigaciones sobre la sociedad urbana: patrones de vida e influencia del medio en las aspiraciones de las mayorías ciudadanas y en su salud física y mental.

12. Elaboración de normas técnicas de construcción adecuadas a las condiciones regionales y al tipo de obra. En materia de vivienda es necesario evitar que las normas actúen como freno a la construcción por parte de los propios moradores.

13. Apoyo, mediante todas las actividades científicas y técnicas, a las labores de planeación urbana que próximamente se iniciarán. En particular será necesario: a) La formación de recursos humanos para las tareas de planeación y para la investigación, recolección de datos y demás labores de información que será necesario emprender. Para esto es preciso hacer estimaciones del tipo y monto de los recursos requeridos y diseñar los programas de capacitación. b) La generación, manejo y difusión de información sobre uso y mercado del suelo urbano, estructura económica de las ciudades, etc. necesaria para la labor de planificación. c) El análisis permanente de los logros, errores y limitaciones de la planificación.

14. Evaluación sistemática del contenido y alcance de la llamada "reforma urbana" en relación con el complejo problema de nuestro desarrollo urbano.

9. Medicina y salud.

A. Situación actual.

El avance del conocimiento científico sobre las causas de las enfermedades y sus mecanismos de acción es uno de los factores que explican la notable elevación del nivel general de salud de la población mexicana.

La esperanza de vida es uno de los indicadores vitales más precisos acerca de la evolución de las condiciones de salud de una sociedad. En México, en lo que va de este siglo, ha venido aumentando de manera sostenida: menos de 30 años hacia 1900, 36.9 años en

1930, 49.7 años en 1950, 58.9 años en 1960 y 63 años en 1972. También se aprecia un abatimiento constante en las tasas de mortalidad: al comienzo del siglo era de 33.6 defunciones por 1 000 habitantes, disminuyó a 27.7 en 1920, a 16.0 en 1950, a 11.2 en 1960 y a 9.0 en 1973. Esta última cifra no difiere sustancialmente de las registradas en otros países, inclusive en países desarrollados.

Sin embargo, las causas principales de mortalidad conforman un cuadro típico del subdesarrollo. Los padecimientos infecciosos —en particular la influenza y neumonía, enteritis y diarreas, cuadros res-

piratorios agudos— poseen un alto índice de frecuencia, en el cual influyen de manera decisiva la desnutrición de la población, la falta de servicios sanitarios, la escasa cultura y educación higiénica, y el *hábitat* inadecuado. También la cirrosis, que tiene su causa en el alcoholismo y la desnutrición, registra en México una elevada tasa, solamente superada por Chile en América Latina. La farmacodependencia, aunque no tiene en nuestro país un efecto tan desequilibrante como el que se observa en otras sociedades, ha obligado a una acción nacional para obtener un mejor conocimiento de su naturaleza y sus efectos, y a coordinar los esfuerzos de tratamiento y rehabilitación. Las investigaciones epidemiológicas, realizadas hasta ahora en el D.F. y en ciudades fronterizas y del centro de la República, revelan que las sustancias de abuso se presentan en este orden de importancia: marihuana, fármacos, psicotrópicos (pastillas, solventes industriales, *thiner*, pegamentos inhalantes), cocaína, alucinógenos y opiáceos. Esta clasificación no incluye el alcohol, cuyo abuso es objeto de otras investigaciones. Finalmente, hay que agregar que los accidentes y homicidios presentan un alto porcentaje de frecuencia que los ubica entre las diez causas principales de mortalidad.

Las principales causas actuales de muerte en México son, en general, resultado de enfermedades que, en la mayoría de los casos, se pueden curar recurriendo a los medicamentos y conocimientos científicos disponibles. En cambio, las enfermedades cardíacas y cerebrovasculares y las neoplasias malignas, sobre las cuales no existen conocimientos adecuados para curarlas, produjeron en 1973 sólo el 16.5% de las muertes, mientras que en Estados Unidos su índice se elevó al 67.2%. El reducido porcentaje para México es un indicador de que en nuestro país, en comparación con los países desarrollados, sólo un pequeño número de personas alcanzan una edad avanzada.

El análisis de la mortalidad por grupos de edades muestra que casi un 45% de los fallecimientos ocurre en los primeros cinco años de vida. La tasa que registra la mortalidad infantil (62 por 1000 nacimientos en 1972) coloca a este grupo como el más afectado. Las causas que provocan la mitad de las defunciones infantiles son: la influenza, la neumonía, la enteritis y otras enfermedades diarreicas. La aparición de estas enfermedades está decisivamente influida por la desnutrición, el hacinamiento, la contaminación ambiental y la falta de hábitos higiénicos. Sobre la mortalidad perinatal, que ocupa el tercer lugar entre

las causas de muerte infantil, tiene una influencia innegable el hecho de que solamente un 25% de los partos son atendidos por personal calificado.

La situación que se acaba de describir se prolonga en el panorama que presenta la mortalidad preescolar con una tasa de 8.9 defunciones por 1000. El rasgo más relevante de este grupo de edad es que aparece la desnutrición como causa principal de mortalidad, ahora en forma directa. Esto significa que la desnutrición opera, además, como un factor constante de agravamiento de los otros cuadros patológicos.

La población escolar —entre 5 y 15 años— presenta un cuadro caracterizado por la subsistencia de las principales causas de mortalidad (a excepción del paludismo, tosferina y homicidios, que en 1940 aparecen entre las diez primeras y que son reemplazadas por las anemias, tumores malignos, avitaminosis y otras deficiencias nutricionales).

Existen estimaciones de que las zonas rurales de América Latina registran una mortalidad dos a cuatro veces superior a la de las capitales. En el caso de México, es notoria la diferencia existente entre el nivel de salud de las zonas rurales y el de las zonas urbanas, no obstante que el elevado porcentaje de subregistro de decesos que se presenta en las áreas rurales atenúa esta diferencia. La mortalidad por influenza, neumonía, sarampión y homicidio presenta tasas más elevadas en el campo, como resultado de la mala nutrición, falta de servicios médicos y un alto nivel de violencia. La emigración de la población del campo a la ciudad ha generado cinturones de miseria, sobre todo en las metrópolis industriales. En estas grandes concentraciones humanas, desprovistas de los recursos higiénicos más elementales y sujetas a todo tipo de carencias, la mortalidad y morbilidad causadas por las enfermedades infecciosas y parasitarias son muy elevadas y superan a la de las zonas rurales. Otro tanto puede afirmarse del alcoholismo, la farmacodependencia, el homicidio y demás expresiones de violencia. La mortalidad por enfermedades del corazón, cerebrovasculares y tumores malignos tiene mayores tasas en el medio urbano que en el rural, particularmente en el sector de la población de edad avanzada.

Los registros de defunciones constituyen la fuente más común de información sobre la mortalidad. Sin embargo, en el caso de México, debido a un alto subregistro, especialmente en las zonas rurales,

no son confiables los datos que provienen de esta fuente. Además, un elevadísimo porcentaje de los certificados de defunción de la población rural carece de diagnóstico médico. Sin duda, en gran parte esto se debe a la falta de médicos en las comunidades, pero también en las defunciones urbanas se advierten porcentajes importantes de certificados sin diagnóstico médico. Tampoco son confiables los datos sobre morbilidad.

Actualmente, la mayor parte de las prestaciones asistenciales están a cargo del Estado, sea en forma directa (SSA) o a través de organismos descentralizados (IMSS, ISSSTE), quedando en manos de la medicina privada la atención de un sector minoritario de la población.

La intervención estatal en salubridad y asistencia médica se ha ampliado sustancialmente a partir de la década de los treinta. Antes de la Revolución, la acción del Estado sobre la salud se concebía como una tarea de beneficencia complementaria; aunque la importancia de algunos problemas de salud pública fue reconocida ya en 1891, con la sanción del primer Código Sanitario Mexicano.

A partir de 1917, la salud se empieza a considerar como un derecho del pueblo y como una obligación del Estado proporcionar recursos para la asistencia médica. Adquieren importancia las medidas preventivas y se difunden ampliamente las reglas elementales de higiene.

En la década de los treinta se advierte un fuerte aumento de las instituciones encargadas de estas actividades y una particular preocupación por la población del campo. El Código Sanitario de 1934 prevé la integración de los servicios de salud a un nivel nacional. Como una forma de expresión práctica de esta idea, se construye una red de ciento dieciséis unidades de servicios hospitalarios distribuidas en todo el país.

La creación en 1937 de la Secretaría de Asistencia Pública, que en 1943 se fusiona con el Departamento de Salud Pública y recibe la denominación actual, refleja la alta jerarquía adquirida por el sector medicina y salud dentro de los campos de acción del Estado.

El Instituto Mexicano del Seguro Social, que se constituye como un organismo descentralizado en

1943, fue la primera institución nacional al servicio de los trabajadores y empleados, respondiendo a una política de estímulo y protección de los recursos humanos del sector industrial, que por esos años experimenta un considerable desarrollo. El IMSS ha tenido una evolución importante, tanto por los recursos de que dispone como por el número de derechohabientes. En su último programa de expansión se proponía la meta de llegar a cubrir el 50% de la población del país. Además de prestar servicios médicos, el IMSS desarrolla tareas de investigación, colabora en la formación de médicos y cuenta con escuelas de enfermería.

En 1959 se creó el ISSSTE, destinado a la atención de los trabajadores del Estado y con amplios servicios que comprenden las prestaciones médicas proporcionadas en centros ubicados en los lugares de concentración de burócratas. El ISSSTE tiene jurisdicción nacional y realiza servicios asistenciales, de enseñanza, de investigación y rehabilitación destinados a los burócratas, cuyo número se aproxima a 900,000, con más de 3,000,000 de derechohabientes. Maneja además un programa de pensiones muy amplio.

La Secretaría de Salubridad y Asistencia es responsable por ley de la salud del pueblo mexicano. Están a su cargo las campañas nacionales contra las enfermedades, la contaminación ambiental y la drogadicción; también le compete el control de las medicinas y de la higiene de alimentos y bebidas. Para el cumplimiento de estos objetivos, el presupuesto de la SSA fue en 1974 de 3,700 millones de pesos, equivalente a 63 pesos anuales por habitante.

Otras instituciones públicas, como Petróleos Mexicanos, Ferrocarriles Nacionales de México, Comisión Federal de Electricidad, han otorgado a sus trabajadores derechos contractuales de carácter sanitario y asistencial. El Departamento del Distrito Federal ofrece servicios de salud a la población de la capital a través de bancos de sangre y hospitales de emergencia (Cruz Verde, Xoco, Balbuena), y una red de doce hospitales para niños.

Las secretarías de la Defensa Nacional y de Marina cuentan con más de 1,000 médicos para atender las 100,000 personas que integran las fuerzas armadas; capacitan su propio personal en la Escuela Médico Militar, la Escuela Militar de Enfermería y la Escuela de Oficiales de Sanidad.

No obstante que en términos absolutos los recursos federales para la medicina y la salud se han incrementado, la comparación entre el gasto en salud y el total de gastos federales indica que la participación del primero ha disminuido progresivamente en los últimos años: representó un 5.6% en 1971, un 4.8% en 1972, un 4.1% en 1973 y solamente un 3.9% en el presupuesto de 1974, según datos de la SSA.

La medicina privada se concentra fundamentalmente en los servicios de ginecoobstetricia, atención perinatal y cirugía. Es importante destacar la concentración de equipo e instalaciones en los sanatorios y hospitales particulares. Estos disponen del 40% de las incubadoras registradas en el país, de casi un 40% de las cunas para recién nacidos enfermos, del 35% de las salas de expulsión y del 45% de los quirófanos. Poseen más bancos de sangre que el IMSS, el 40% de los gabinetes de radiología y el 25% de los laboratorios de análisis clínico. Sin embargo, todo ese equipo e instalaciones se emplean en beneficio de un número relativamente pequeño de personas, pues la medicina privada atiende al sector de la población que se encuentra en condiciones económicas de pagar sus servicios a un costo tan elevado como en Europa o Estados Unidos. Si bien no existen estudios convincentes sobre el sector que recurre a la medicina privada, sus usuarios probablemente no llegan a más de un 5% de la población del país.

La característica más destacada del desarrollo institucional de este sector ha sido la concentración de las prestaciones y recursos en la atención de los sectores urbanos medios y altos y la desprotección de una gran parte de la población rural.

El problema básico de la salud en México tiene sus raíces en la pobreza y la desnutrición, en las condiciones insalubres del medio y de la vivienda, y en el analfabetismo y la ignorancia. No obstante que los porcentajes de morbilidad y mortalidad generales han descendido notablemente debido al progreso económico del país, al control de las grandes epidemias y a la extensión de los servicios médicos a núcleos importantes de la población, aún siguen siendo altos en comparación con los de otros países.

La desnutrición de los grandes grupos de la población de bajos ingresos es todavía un problema nacional. Se estima que dos terceras partes de los habitantes del país tienen una dieta alimenticia insuficiente y escasa en elementos nutritivos. Esto ocurre

a pesar de la elevación de los niveles promedio de alimentación ocurrida en las tres últimas décadas. Las manifestaciones de la desnutrición y la mala nutrición se evidencian en el elevado índice de morbilidad y mortalidad infantiles, en el crecimiento físico y el desarrollo mental subnormales de numerosos individuos. La desnutrición infantil se traduce en la edad adulta en baja estatura, reducida capacidad de trabajo, poca resistencia a las enfermedades y disminución de la energía psíquica.

La persistencia de serios problemas de salud se debe en buena medida a la falta de recursos para solucionarlos, al uso ineficaz de los recursos disponibles y a la pobreza general, particularmente en el medio campesino. En muchos otros casos la dificultad reside en el enfoque adoptado para tratar de resolverlos: una atención médica esencialmente de tipo curativo y de rehabilitación. Se ha dado insuficiente apoyo al desarrollo de la medicina preventiva, y se han ignorado los factores ecológicos, económicos, sociales, culturales, psicológicos y educativos que tienen una influencia importante en la salud de la población. La medicina curativa y de rehabilitación no puede por sí sola resolver el problema nacional de salud. Los pocos intentos realizados hasta la fecha para trascender el enfoque curativo en el sector rural, mediante esfuerzos interdisciplinarios, han tenido un costo demasiado alto para poder generalizarse a escala nacional. La solución de los problemas de salud precisa, por lo tanto, de una adecuación de la práctica médica a las condiciones y necesidades del país y de una acción consecuente de tipo económico y social.

La baja calidad de la vida en los cinturones de miseria de las grandes urbes, y la anarquía del crecimiento urbano en general, hacen evidente la necesidad de impulsar la investigación en el área de ingeniería sanitaria. Hasta ahora, se ha concedido escasa atención al desarrollo de esta rama de la ingeniería; solamente dos instituciones de enseñanza superior ofrecen cursos relacionados con ella: la Facultad de Ingeniería de la UNAM ofrece un curso de especialización y uno de maestría en ingeniería sanitaria; la Facultad de Ingeniería Civil de la UANL ofrece un curso de especialización en ingeniería en salud pública.

La prevención de los accidentes en el trabajo se inició a nivel mundial a principios de este siglo y comprende medidas preventivas de tipo médico, social y ecológico en los ambientes laborales. En Méxi-

co, sin embargo, la aplicación de estas medidas ha tenido un lento desarrollo y, en consecuencia, persiste una alta tasa de accidentes; en 1973 de cada 100 trabajadores afiliados al IMSS, 10 sufrieron accidentes de trabajo, con la consiguiente pérdida económica considerable y una disminución proporcional en la producción.

En medicina del trabajo son numerosos los problemas que requieren de estudio y definición. La carencia de profesionales en esta área y de estudios sobre los problemas que se presentan a nivel de planta industrial y en servicios y actividades agropecuarias, limitan la capacidad de los organismos encargados de proporcionar asesoría y control a las instituciones oficiales y privadas. La Secretaría del Trabajo y Previsión Social contaba en 1974 con cuatro investigadores de tiempo completo y 36 investigadores de tiempo parcial. Para el mismo año, se estima que en el IMSS y la SSA el número de investigadores era muy reducido.

La participación de México en los organismos internacionales se realiza únicamente a través de la SSA. Entre las acciones que se llevan a cabo en colaboración con la Organización Mundial de la Salud, se encuentra el control o erradicación de enfermedades transmisibles que se pueden prevenir mediante inmunizaciones y de otras. Sin embargo, la capacidad para ejercer estos controles es muy limitada, ya que no se dispone del equipo y personal adecuados para detectar y controlar oportuna y eficientemente los focos epidémicos.

El impulso que se ha dado a la medicina curativa ha ido acompañado por el desarrollo de la industria farmacéutica. Pero, en la medida en que esta industria está fundamentalmente en manos de empresas extranjeras y que la investigación farmacológica original en el país es casi nula, los medicamentos que se introducen en la práctica médica son, en su mayoría, productos de investigaciones que se realizan en otros países. Esto ha influido para que la producción de medicamentos con base en los recursos florísticos del país, que tanto desarrollo tuvo en el pasado, se haya detenido. Sólo recientemente se ha otorgado cierta atención a las posibilidades industriales de la flora nacional; el establecimiento de PROQUIVEMEX es una prueba de ello. Sin embargo, hasta ahora el interés se ha centrado en producir sustancias básicas para los medicamentos importados, y no en el desarrollo de nuevos medicamentos. Cabe mencionar también la reciente creación del Instituto Mexicano para el Estu-

dio de las Plantas Medicinales, que ha realizado investigaciones, entre otras, sobre la yucca y prostaglandinas.

La práctica médica se basa en el uso de instrumental y equipo diseñados y fabricados en el exterior. Los países proveedores de equipo son los Estados Unidos, y en menor proporción, Alemania, Inglaterra, Holanda, Suecia y recientemente Japón. Como el equipo supone el uso de una técnica curativa específica, la práctica médica nacional se ha orientado por el patrón prevaleciente en dichos países. Poco es lo que se ha hecho para adaptar la homeopatía y otras técnicas curativas que requieren un volumen menor de inversiones. Tampoco se ha impulsado la producción de equipo e instrumental para resolver los problemas más comunes en las zonas rurales.

Es notable, y en esto México no es la excepción, el predominio de la medicina alopática por sobre la medicina homeopática, situación que se refleja en el reducido número de escuelas de homeopatía. En 1973, el gasto en investigación homeopática representó menos del 1% del gasto nacional en el sector de medicina y salud. Las instituciones en donde se realizaba este tipo de investigación eran: la Escuela Nacional de Medicina Homeopática del IPN y la Escuela Libre de Homeopatía de México, las que contaban con sólo cuatro investigadores equivalentes. Resulta deseable una evaluación del estado de desarrollo y de la eficacia de la medicina homeopática que permita sentar las bases de una política en la materia. Tampoco se ha hecho investigación sobre las posibilidades de la acupuntura.

En 1973 había 17 instituciones de enseñanza de medicina alopática que realizaban investigaciones. A éstas habría que agregar diez centros de investigación asociados a organismos de enseñanza superior.

La investigación orientada a las actividades del sector medicina y salud es una de las áreas a las que se destina mayor cantidad de recursos financieros y que cuenta con una mayor dotación de recursos humanos. En 1973 contaba con 603 investigadores equivalentes y realizó un gasto en IADE de 129.9 millones de pesos (el 9.6% del gasto nacional en IDE) (véase cuadros 1 y 9).

El carácter marcadamente estatal que presenta el sector medicina y salud ha facilitado el desarrollo

**GASTO EN INVESTIGACION APLICADA Y DESARROLLO
EXPERIMENTAL EN MEDICINA Y SALUD.**

1974

Conceptos	Datos del sector	% del total nacional	Promedios	A nivel del sector	A nivel nacional
1. Gasto en IADE (miles de pesos) ¹	168 599	9.6	1. Gasto promedio por unidad (miles de pesos)	720.5	1 245.5
2. Número de unidades que realizan IADE ²	234	16.1	2. Gasto promedio por investigador ETC (miles de pesos)	279.8	370.2
3. Número de investigadores en ETC ³	602.6	12.8	3. Promedio de investigadores ETC por unidad	2.6	3.4

1 Estimación realizada con base en un incremento del 29.82% del gasto nacional en ciencia y tecnología en el período 1973-1974; puesto que se tienen datos de gasto en IDE para 1973, se infiere un incremento idéntico al del gasto total en ciencia y tecnología.

2 El dato incluye también unidades con cero investigadores.

3 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura. ETC=45.07 horas a la semana, cifra que corresponde al promedio de horas a la semana dedicadas a actividades científicas y técnicas por el personal definido genéricamente como de tiempo completo.

FUENTE: Cuadro 1, 9 y 10.

de una importante tradición en la materia. El 76.5% del gasto, en 1973, se ejerció en instituciones dependientes del Gobierno Federal y de organismos descentralizados. Los centros de enseñanza superior públicos realizaron el 22.2%. El resto de los recursos se aplicó en los demás sectores de pertenencia y sin ninguna participación de las empresas privadas (véase Cuadro 2).

A pesar del volumen relativamente alto de recursos financieros y humanos, la formación de masas críticas de investigadores está aún lejos de ser alcanzada. De 234 unidades de investigación en el área en 1974, el 63.7% tenía cuatro o menos investigadores en términos absolutos y concentraba el 25.6% de los investigadores equivalentes del sector. Cabe señalar, sin embargo, que existen unidades de mediano tamaño

**TAMAÑO DE LAS UNIDADES SEGUN EL NUMERO DE
INVESTIGADORES EN MEDICINA Y SALUD**

1974.

CLASES	Número de unidades en cada clase		Número total de investigadores ¹ en cada clase	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
De 4 ó menos investigadores	149 ²	63.7	314	26.7
De 5 a 10 investigadores	57	24.4	398	33.9
De 11 a 20 investigadores	23	9.8	312	26.6
De 21 ó más investigadores	5	2.1	150	12.8
Total	234	100.0	1 174	100.00

1 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.

2 Incluye 8 unidades con cero investigadores según la definición de 1.

FUENTE: Cuadros 9 y 10

que tenían entre 6 y 15 investigadores cada una y ocupan en su conjunto el 50% del total de los investigadores equivalentes; éstas representaron el 27.4% del total de unidades. Las tres principales instituciones según el monto de gasto en IDE eran, en orden de importancia, el Departamento de Investigación Científica del IMSS, el Instituto Nacional de la Nutrición y el Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM (véase cuadros 9 y 10).

El nivel de estudios de los investigadores no era más elevado que en otras áreas. Del total de investigadores, sólo un 7.9% había realizado estudios de doctorado, 16.3% de maestría, 32.1% de especialización y 43.7% de licenciatura. El gasto promedio de estos investigadores (279.5 mil pesos) estaba por debajo del gasto promedio nacional (370.2 mil pesos) (véase cuadro 1, 9 y 18).

Del personal equivalente que realizaba actividades de IADE en el sector, había 364 personas con formación en medicina, que representaban el 55.5% del total, 69 personas con formación en farmacología (10.5%), 6 en odontología (0.9%), 53 en biología (8.1%) y 42 en psicología (6.4%) (véase Cuadro 22).

La baja productividad científica en el área de medicina y salud se debe fundamentalmente al escaso número de grupos de investigadores experimentados y con una buena formación. Con algunas excepciones, los que existen no alcanzan aún la masa crítica necesaria para estimular la discusión y catalizar las labores.

Existen pocos grupos de investigadores de tiempo completo que realizan investigación biomédica bási-

ca en el ámbito hospitalario y, frecuentemente, los intereses particulares de estos grupos les impiden tomar pleno contacto con los problemas médicos más importantes del país. Por otra parte, se carece de un número suficiente de investigadores en salud pública y de farmacólogos clínicos. Estos últimos profesionales virtualmente no existen en México y la mayor parte de la llamada "investigación clínica" se limita a las fases finales de la investigación de fármacos, o sea, su prueba terapéutica en humanos, propiciándose así la introducción de drogas insuficientemente estudiadas en el registro de la SSA.

El desarrollo de la IDE en medicina y salud ha seguido hasta ahora un modelo propio de los países más avanzados, que practican una medicina fundamentalmente urbana y con un costoso apoyo técnico. En México buena parte de la investigación en medicina se concentra en la investigación biomédica básica, cuya aplicación inmediata es limitada, y en algunos problemas relacionados con la medicina urbana. El hecho de que prácticamente no se realice investigación adecuada a la problemática de salud propia de los países subdesarrollados es la consecuencia de adoptar los patrones de los países avanzados, cuya investigación está orientada hacia la solución de sus propios problemas. Es conveniente señalar que en los últimos años, se han realizado investigaciones en el área de la nutrición con un enfoque más adecuado a los problemas nacionales.

Los trabajos que se realizan en investigación clínica son, con frecuencia, repeticiones de otros estudios. Cierta proporción consiste en la prueba de medicamentos a solicitud de algún laboratorio quí-

**NIVEL DE ESTUDIOS DE LOS INVESTIGADORES ¹
EN MEDICINA Y SALUD.
1974**

NIVEL DE ESTUDIOS	Total de investigadores		Con estudios en el país		Con estudios en el extranjero	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
Doctorado	93	7.9	45	4.6	48	23.5
Maestría	191	16.3	137	14.1	54	26.5
Especialización	377	32.1	285	29.4	92	45.1
Licenciatura	513	43.7	503	51.9	10	4.9
T o t a l	1 174	100.0	970	100.0	204	100.0

¹ Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.

FUENTE: Cuadro 18.

mico farmacéutico, cuyo fin fundamental es introducir dichos productos al mercado, pues su eficiencia ha sido generalmente aprobada de antemano. Otra fracción importante de la investigación consiste en el análisis retrospectivo de la casuística hospitalaria. Únicamente el 4% de los proyectos de investigación clínica, en el período 1963-1973, tenían que ver con cuestiones de salud pública, principalmente en los aspectos epidemiológicos. La investigación que se realiza está inadecuadamente planeada: carece de objetivos generales, de definición de tareas y de recursos asignados con debida anticipación, por lo que sólo una pequeña parte de ella tiene utilidad social real.

Las instituciones de investigación difícilmente se coordinan entre sí. Los factores que influyen en la elección de las líneas de trabajo, en orden de importancia, son: el interés académico del investigador, los temas tratados por el grupo dentro del cual se especializó, y sólo recientemente empieza a cobrar alguna influencia la consideración de posibles áreas prioritarias, definidas a partir de los problemas y necesidades del país.

Elaborar proyectos detallados de investigación no es una práctica habitual. Ocasionalmente el investigador en medicina y salud elabora proyectos para solicitar subvenciones parciales al CONACYT, a la Academia Nacional de Medicina, a diversas casas farmacéuticas, a instituciones financieras (institutos nacionales de salud de los Estados Unidos, fundaciones Ford, Rockefeller, Kellogg y organismos internacionales). En algunas instituciones que cuentan con departamentos de investigación, se formulan breves anteproyectos que, en la mayoría de los casos, no cumplen con los requisitos necesarios para hacer una evaluación correcta. De hecho, no hay mecanismos explícitos de evaluación, seguimiento y control de proyectos de investigación en esta área. Los comités de evaluación, cuando existen, por lo general no cuentan con personal idóneo externo a la propia institución que permita evaluar adecuadamente los proyectos.

No es satisfactorio, desde el punto de vista del país, el financiamiento de investigaciones clínicas por empresas farmacéuticas. Estas empresas, es obvio, sólo subsidian proyectos en los que tienen interés comercial. La experimentación en pacientes que requieren estos proyectos carece, en general, de consideraciones éticas. Las contribuciones así producidas no ofrecen un estímulo real a la investigación y ac-

túan en detrimento de su calidad y de la práctica médica, por el condicionamiento de los resultados del trabajo a intereses comerciales.

En octubre de 1974 el CONACYT constituyó un comité para la ejecución de un Programa Nacional de Salud, con representantes de la SSA, del IMSS, del ISSSTE y del CONACYT, a fin de incentivar las actividades de investigación científica y tecnológica, de acuerdo a los lineamientos del Plan Nacional de Salud.

Sus esfuerzos se han concentrado en el apoyo a proyectos específicos de investigación biomédica, dentro de los siguientes campos: enfermedades infecciosas y parasitarias; padecimientos crónico-degenerativos y de la nutrición; concepción, nacimiento, desarrollo y crecimiento; y violencia y enfermedades mentales. Aún no se ha incorporado a las actividades de promoción de este Programa el estudio de los problemas sanitarios desde el punto de vista de la medicina preventiva y la salud pública.

El carácter anual de los presupuestos institucionales determina que la programación de los gastos en investigación no pueda exceder este límite. Esta situación es perjudicial para aquellas investigaciones cuyos programas deben estar planeados a un plazo mayor. En muchas instituciones —especialmente hospitales— no existen partidas específicas para investigación, por lo que, cuando los fondos otorgados son menores que los pedidos, es frecuente la postergación de las actividades de IDE frente a las tareas asistenciales de la institución.

La preparación de investigadores a nivel de licenciatura se efectúa generalmente en el país y desde hace poco tiempo se han iniciado labores de formación de doctorados. Los estudios de posgrado en el extranjero siguen siendo muy frecuentes, sobre todo los que se realizan en centros de educación superior de Estados Unidos. Entre los investigadores recién regresados al país, se advierte una tendencia a seguir las líneas de trabajo del centro en que se especializaron; sin embargo, en algunos esta inclinación se modifica paulatinamente en beneficio de la investigación de temas y problemas locales.

B. Objetivo.

La orientación de la práctica médica hacia el desarrollo de la medicina preventiva y de las técnicas

y métodos curativos tradicionales y alternativos para mejorar la salud y el bienestar físico y psíquico de la población.

Requisitos indispensables para alcanzar este objetivo son: lograr un nivel satisfactorio de conocimientos sobre los problemas de salud de la población en general, y adecuar la práctica médica a las características particulares de la situación socioeconómica y cultural del país.

La orientación hacia la investigación debe realizarse en la etapa de formación profesional, familiarizando a los estudiantes con la práctica experimental e incorporando a la enseñanza la metodología de la investigación científica. La capacitación en el país de los investigadores debe alcanzar el máximo nivel posible, dando especial importancia en los cursos de especialización y de posgrado a los problemas prioritarios del país, con énfasis en la problemática de salud pública, e introduciendo los enfoques económicos y sociales necesarios para su análisis. Los programas de doctorado en ciencias biomédicas, medicina clínica y salud pública requieren uniformar el nivel de calidad de sus egresados.

La formación de personal técnico medio para atender los problemas de las zonas rurales, con capacidad para aplicar medicina preventiva, exige una preparación adecuada para conocer y tratar las enfermedades de este medio y comprender sus causas biológicas, ecológicas y sociales, y los mecanismos para evitarlas. Similar orientación deberá darse al personal técnico en odontología, veterinaria y auxiliares de enfermería.

Será necesario preparar técnicos para las tareas de rutina en los laboratorios de análisis clínicos, investigación de gabinete, radiología y electrocardiología; y especializar personal para el mantenimiento del equipo científico médico en las escuelas de ingeniería.

C. Lineamientos de política.

Para la consecución de este objetivo, se promoverán prioritariamente las siguientes actividades:

1. Investigación sobre medicina preventiva, con especial atención a la población en riesgo.

2. Investigación y experimentación interdisciplinarias para desarrollar nuevas formas de organiza-

ción de la práctica de promoción de la salud, sobre todo en el medio rural.

3. Investigación orientada a resolver los problemas de salud: a) que afectan a la mayor parte de la población; b) que tengan gran importancia en México y sobre los cuales no se realice investigación en el extranjero; y c) que no sean susceptibles de eliminación por medidas de salud pública.

4. Vinculación entre la investigación biomédica, la investigación clínica y la investigación en salud pública, así como el desarrollo paralelo de las mismas.

5. Investigaciones y otras actividades destinadas al conocimiento de la morbilidad y mortalidad; al mejoramiento de los métodos de diagnóstico y registro que actualmente se emplean; a la elaboración de estudios, regionales o de orden general, que permitan disponer de un cuadro exacto del estado de la salud en el país.

6. Investigaciones orientadas al conocimiento, prevención y curación de aquellas enfermedades que inciden de manera importante en las tasas de morbilidad y mortalidad: a) la parasitosis, especialmente oncocercosis, amibiasis, paludismo, cisticercosis y toxoplasmosis; b) enfermedades infecciosas, particularmente la fiebre tifoidea, la tosferina, las diarreas, la fiebre reumática, la tuberculosis y la bronconeumonía; c) la desnutrición y las enfermedades asociadas; d) padecimientos crónicos, entre los que destacan la diabetes mellitus, la cirrosis hepática, el cáncer cervicouterino y la epilepsia.

7. Investigaciones orientadas a problemas de crecimiento, desarrollo físico y salud mental; en particular los efectos y consecuencias del alcoholismo, la debilidad mental y los problemas de aprendizaje. Estudios epidemiológicos y sociales de farmacodependencia en todas las ciudades del país con más de 100,000 habitantes, y los programas respectivos de prevención, tratamiento y rehabilitación, canalizando las acciones a través de centros y hospitales adecuados. Investigaciones sobre aquellos fármacos de interés nacional y cuyo abuso reviste características especiales no investigadas en el extranjero —es el caso de las plantas alucinógenas mexicanas y su contexto etnofarmacológico y de los aspectos biomédicos y sociales del uso de inhalantes volátiles—. Investigación sobre métodos rápidos y confiables de detección de

drogas, tanto organolépticas como en fluidos biológicos.

8. Estudios que evalúen la repercusión de la práctica médica en la salud de la población.

9. Puesta en práctica de los resultados de la investigación biomédica que beneficien la salud de la población.

10. Desarrollo de la medicina laboral: estudio, prevención y curación de los padecimientos que se originan en las actividades productivas; y definición, establecimiento y vigilancia de normas sanitarias y de seguridad laboral.

11. Investigación orientada a mejorar el conocimiento tecnológico y la aplicación de medidas de sanidad pública e ingeniería sanitaria.

12. Estudio de los efectos en la salud del empleo de métodos y procedimientos anticonceptivos.

13. Actividades necesarias para el desarrollo de la capacidad tecnológica en bioingeniería y farmacología, orientadas al beneficio de los grandes grupos de población.

14. Estudios para la producción industrial de medicamentos obtenidos de plantas mexicanas.

15. Desarrollo tecnológico necesario para mejorar la calidad del instrumental médico y de investigación fabricado por empresas mexicanas.

16. Estudio de los procedimientos y medios de comunicación idóneos para poner al alcance de toda la población las técnicas y métodos de prevención ya conocidos de las enfermedades más frecuentes en México.

17. Estudio o investigación sobre sistemas de control y registro de medicamentos, con el objeto de adecuarlos a las necesidades del país, tanto desde el punto de vista del número de fármacos necesarios para las diferentes entidades patológicas, como en lo referente a su eficacia terapéutica, sus riesgos, su precio y su distribución entre las mayorías nacionales.

18. Diseño de mecanismos de regulación y control en materia radiológica, con la participación de grupos de especialistas que supervisen la aplicación de las medidas de seguridad en las diferentes instituciones.

19. Reorientación de la enseñanza de la medicina para lograr que el alumno adquiera un mayor conocimiento sobre la medicina preventiva y una actitud crítica ante las distintas posturas existentes en cuanto a métodos curativos.

20. Fortalecer el Programa Indicativo de Medicina y Salud del CONACYT para que, previa su reestructuración, el Comité que lo preside pueda actuar como Comité de Programa Sectorial en la fase de implementación de este Plan.

10. Educación

A. Situación actual.

Uno de los rasgos característicos de los países subdesarrollados es el bajo nivel educativo de su población. México, por supuesto, no escapa a esta constante. El sistema educativo nacional ha experimentado un crecimiento notable, particularmente en la presente década, y es objeto de una reforma a todos los niveles. Sin embargo, un alto porcentaje de la población en edad escolar no tiene todavía acceso a sus servicios y más aún, aunque la matrícula es cada vez

mayor, el número absoluto de niños y jóvenes que quedan fuera del sistema va en aumento. Sólo un 30% de la población masculina de 30 años o más puede considerarse plenamente alfabetizada.¹

La organización y métodos más adecuados para educar a la población de México han sido objetos de debate desde que el país inició su vida independiente. Los gobiernos liberales del siglo pasado iniciaron un proceso que culminó en la Constitución de 1917 con el reconocimiento de que la educación es un servicio

¹ Para un diagnóstico del sistema educativo nacional, véase el capítulo "Formación de recursos humanos".

cuya responsabilidad fundamental corresponde al Estado y de que debe ser laica, gratuita y obligatoria.

En la década de los veinte se expidieron ordenamientos legales que sentaron las bases para el desarrollo del sistema educativo. Durante el gobierno de Lázaro Cárdenas la educación se expande y se orienta a satisfacer no sólo las demandas de la población urbana, sino también las de la población rural; por ejemplo, se establecen las escuelas rurales y se crean numerosas escuelas técnicas y de oficios. En este mismo gobierno se procedió a la reglamentación del Artículo Tercero Constitucional.

El desarrollo del sistema educativo hasta 1950 se debió casi exclusivamente a los esfuerzos del Gobierno Federal. A partir de entonces, paralelo a la educación "oficial", se ha venido desarrollando un sistema de educación privada, que inicialmente concentró sus esfuerzos en los niveles de educación pre-primaria y primaria, pero después, en un continuo proceso de expansión, se ha ido extendiendo hasta cubrir todos los niveles educativos.

La educación oficial y la educación privada han seguido hasta 1970 un patrón de desarrollo similar. Ambas se han dirigido a satisfacer primordialmente las demandas de la población urbana, beneficiando sobre todo a la capital de la República y a los estados del norte del país. Esto se manifiesta en la distribución de los servicios educativos, instalaciones y personal docente entre zonas rurales y urbanas y entre estados de mayor o menor desarrollo. En general, los servicios educativos se han ido adecuando a las demandas educacionales de las clases en ascenso, sin poder contribuir significativamente a la solución de las necesidades educativas de una gran parte de la población rural y de ciertos grupos urbanos marginales.

Durante el período de rápida industrialización del país (1945-1970), los contenidos de la educación se ajustaron, en general, a las necesidades de las actividades productivas, particularmente de la industria, el comercio y los servicios. Sin embargo, su funcionamiento histórico ha resultado en la persistencia de muchos problemas que hacen sumamente difícil la puesta en práctica de la reciente Reforma Educativa.

Estas dificultades tienen sus raíces principalmente en las siguientes características del sistema educativo anterior a la Reforma:

1. La educación se limitaba a transmitir los modelos científicos y tecnológicos de los países más desarrollados sin fomentar el espíritu de indagación, y difundía valores culturales y sociales que sitúan el trabajo manual, técnico y científico como actividades de segundo orden.

2. La expansión del sistema educativo no correspondió a la evolución de las necesidades nacionales, particularmente en el caso de las necesidades del sector agrícola y de la población rural, que representa todavía más de la mitad de la población del país.

3. La preparación de educadores, sobre todo para la enseñanza en los niveles primario y medio básico, estaba basada en programas que tenían años de retraso con respecto a las técnicas y métodos de enseñanza más modernos. No había, hasta hace pocos años, ningún programa para formar profesores para la enseñanza en los niveles medio y superior.

Frente a la política de épocas anteriores, caracterizada por el énfasis casi exclusivo en la expansión de los servicios, la Reforma Educativa actualmente en desarrollo, aunada a la mejoría de la eficiencia "terminal" del sistema educativo, representa un cambio y una mejora notables. La revisión del contenido de la enseñanza primaria, a través de una innovación profunda de los libros de texto gratuitos, es un serio intento del Estado por fortalecer su capacidad para orientar la educación. Son también de gran importancia, la fuerte expansión de la educación técnica media, la multiplicación de servicios paralelos a nivel de preparatoria y el fomento de los sistemas de educación extraescolar.

Si bien la renovación del contenido de la enseñanza primaria es un avance importante, ésta tendrá que ser extendida a los niveles medio básico y medio superior. Además, el cambio de contenido de la educación debe ir acompañado de una renovación en los métodos educativos y, por ende, de los propios educadores, así como en la preparación de estudiantes en áreas de la educación tradicional y extraescolar, lo cual debería manifestarse en una profunda reforma de la educación normal.

A pesar de que las fallas y carencias de la educación en México han sido denunciadas a través de los años, no se ha desarrollado en el país una capacidad científica y tecnológica de tal magnitud que permita el estudio a fondo de los problemas y la definición de

soluciones integrales y adecuadas a las necesidades del país. Los intentos por mejorar la educación han partido, con frecuencia, de iniciativas con un alto contenido político y muy poco fundamentadas en el conocimiento de la realidad y en las ciencias de la educación. En opinión de muchos expertos en educación, la política educativa, más que modificar, parece haber reforzado las estructuras educativas tradicionales.

El predominio de una concepción de la educación centrada en la docencia (transmisión de información cultural) mucho más que en el aprendizaje (desarrollo formativo de aptitudes y capacidades para la transformación cultural permanente) muestra la escasa capacidad de instrumentación de métodos modernos de enseñanza. El desarrollo científico y tecnológico requiere de una educación integral, que incluya, además de los aspectos cognocitivos, los correspondientes a las áreas afectiva, psicomotriz y artística.

La IADE sobre educación que se realiza en el país es muy escasa y representa un apoyo muy limitado al desarrollo cualitativo y la renovación del sistema educacional. El conocimiento actual del sistema mismo se basa en una serie de diagnósticos parciales que no logran configurar una visión de conjunto coherente.

En 1974, había en el país alrededor de 65 centros de investigación en este sector, de los cuales solamente 21 realizaban investigación en un volumen considerable. La mayoría de los proyectos de investigación de estas instituciones se orientaban al sistema escolar formal, con muy escaso interés por la educación extraescolar. Mientras que el 75.4% de los proyectos se ocupaban del sistema de educación formal, solamente un 8.3% eran de investigación sobre sistemas educativos extraescolares, complementarios, suplementarios o suplementarios. Es notable también la relativamente poca atención que se prestaba a la educación para el medio rural, indígena y urbano marginal; tan sólo un 13.4% de los proyectos se dirigían hacia este tipo de educación. Mucho menor esfuerzo se aplicaba a la investigación sobre educación de adultos (1.8% de los proyectos) y educación especial (1.1% de los proyectos).²

Los proyectos sobre el sistema de educación formal se ocupaban preferentemente de los niveles primario y superior; los demás niveles estaban sumamente desatendidos. Esta distribución desequilibrada de los proyectos puede deberse a la ubicación de las instituciones de investigación; un 47% de los proyectos se realizaban en instituciones pertenecientes a los centros de enseñanza superior públicos y privados, y un 26.8% en instituciones del Gobierno Federal y de los gobiernos estatales. Sin embargo, no es una razón que la justifique, más bien hace evidente la falta de orientación global de la investigación educativa.

Uno de los factores que han obstaculizado el desarrollo de la investigación educativa es precisamente la falta de comunicación y coordinación entre las instituciones que la realizan. A este factor se unen: la insuficiente difusión de los resultados de los trabajos; la impermeabilidad del aparato administrativo a las recomendaciones de política que se pudieran derivar de las investigaciones; y la falta de adaptación del sistema educativo al cambio.

Casi no se ha realizado investigación relacionada con el desarrollo de tecnología educativa y con la evaluación de las modalidades pedagógicas que se adoptan en el país. Cuando se elaboran medios tecnológicos para la enseñanza, no se investiga su eficiencia o las bases y supuestos de su funcionamiento. Por ejemplo, en el caso de los sistemas abiertos de enseñanza, no se ha hecho una evaluación con el objeto de conocer en qué grado dichas técnicas son adecuadas para solucionar nuestros problemas y en qué casos deben ser adaptadas antes de aplicarlas.

La colaboración entre las instituciones es muy circunstancial y cuando ocurre responde a la convergencia de intereses. De hecho, existían pocos proyectos conjuntos, si bien algunos otros implicaban cierta forma de colaboración (obtención de información y asesoría, financiamiento). Podría decirse que el 60% de los proyectos eran monoinstitucionales y el 40% implicaban cierta forma de cooperación entre las instituciones.

No obstante que el número de investigadores equivalentes era de 257.9, número bastante aceptable

² La información de este párrafo y el siguiente, derivada del inventario del potencial científico y tecnológico levantado por el CONACYT en 1973-1974, se procesó con criterios distintos a los utilizados para la clasificación sectorial general utilizada en este documento.

TAMAÑO DE LAS UNIDADES DE IADE SEGUN EL NUMERO DE INVESTIGADORES EN EDUCACION. 1974.				
CLASES	Número de unidades en cada clase		Número total de investigadores ¹ en cada clase	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
De 4 ó menos investigadores	78 ²	68.4	177	36.4
De 5 a 10 investigadores	31	27.2	204	42.0
De 11 a 20 investigadores	3	2.6	50	10.3
De 21 ó más investigadores	2	1.8	55	11.3
T o t a l	114	100.0	486	100.0

1 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.
2 Incluye 6 unidades con cero investigadores según la definición de 1.

FUENTE: Cuadros 9 y 10.

en comparación con otros sectores, el tamaño de las unidades de investigación plantea dificultades para la formación de masas críticas que puedan desarrollar proyectos de gran tamaño. En 1974, el 68.4% de las unidades de investigación en educación tenían 4 ó menos investigadores cada una y concentraban el 33.8% de los investigadores equivalentes del sector; el 4.4% de las unidades tenían más de 10 investigadores y agrupaban el 25.4% de los investigadores equivalentes. El nivel de estudios de los investigadores tampoco era elevado, aunque destaca un número relativamente alto de investigadores con estudios de maestría. La estructura era la siguiente: un 13.4% tenía un nivel de doctorado, un 26.3% de maestría, un 8.8% de especialización y un 51.5% de licenciatura (véase cuadros 9 y 19).

lización y un 51.5% de licenciatura (véase cuadros 9 y 19).

Del personal equivalente que realizaba actividades de IADE en el sector, había 70 personas con formación en ciencias educativas (26.2%), 26 en psicología (9.5%), 19 en economía (7.2%), 16 en matemáticas (6%), 14 en ingeniería industrial (5.2%), 14 en sociología (5.2%) y 10 en filosofía (3.7%) (véase Cuadro 22).

El gasto de IDE en educación era, en 1973, de 39.5 millones de pesos, lo que representaba el 2.9% del gasto nacional en investigación y desarrollo. Esta

NIVEL DE ESTUDIOS DE LOS INVESTIGADORES ¹ EN EDUCACION. 1974						
NIVEL DE ESTUDIOS	Total de investigadores		Con estudios en el país		Con estudios en el extranjero	
	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes	Absolutos	Porcentajes
Doctorado	65	13.4	25	6.5	40	39.6
Maestría	128	26.3	89	23.1	39	38.6
Especialización	43	8.8	29	7.5	14	13.9
Licenciatura	250	51.5	242	62.9	8	7.9
T o t a l	486	100.0	385	100.0	101	100.0

1 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura.

FUENTE: Cuadro 18.

pequeña cantidad de recursos resulta todavía significativamente menor si se la compara con el presupuesto ejercido por la Secretaría de Educación Pública en ese año: 15140 millones de pesos, frente al cual representa alrededor de 0.3%. Las tres instituciones principales, según el monto de recursos de que dispusieron son, en orden de importancia, las siguientes: Dirección General de Planeación Educativa de la SEP (la cual dispuso del doble de recursos que las otras dos instituciones mayores), la Comisión de Nuevos Métodos de Enseñanza de la UNAM, y la Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior (véase Cuadros 1 y 2). Recientemente fue creado el Centro para el Estudio de Medios y Procedimientos Avanzados de la Educación (CEMPAE), que realiza investigación en ciencias educativas.

La investigación educativa no ha requerido hasta ahora de equipo especial. Sin embargo, el desarrollo experimental de nuevos sistemas educativos en planes piloto ha alterado esta situación, pues se requiere gran cantidad de equipo costoso, particularmente en la televisión educativa, la microenseñanza y laboratorios audiovisuales para enseñanza de idiomas. El gasto por investigador equivalente era en 1974 bastante menor que el promedio nacional; mientras que este último era de 370.2 mil pesos anuales, el primero apenas alcanzaba a 199.1 mil pesos (véase cuadros 1 y 9).

El CONACYT ha realizado significativos esfuerzos para el desarrollo de la investigación y de los recursos humanos en este sector. De un total de 3740 becas académicas concedidas hasta marzo de 1976, 144 se otorgaron para estudios en ciencias de la educación. En cuanto a becas de especialización técnica, las concedidas para especialización en áreas de las ciencias de la educación representaron el 20% (215 becas). A través de los programas de intercambio, el CONACYT otorgó 35 becas para estudios en ciencias de la educación.

El CONACYT estableció en febrero de 1975 el Programa Nacional Indicativo en Ciencias y Técnicas de la Educación, cuyas actividades se orientan prioritariamente a promover la investigación educativa y la formación de recursos humanos capacitados para llevar a cabo estas investigaciones.

Teniendo en cuenta el estado actual de la investigación educativa en el país, el Programa define áreas de interés y promueve proyectos que tengan como meta contribuir al conocimiento de la problemática educativa nacional, en forma de diagnósticos parciales o integrando este tipo de estudios en diagnósticos globales. También promueve la investigación orientada a la elaboración de modelos de desarrollo educativo a partir del contexto psicológico, social, político y económico del sistema actual.

GASTO EN INVESTIGACION APLICADA Y DESARROLLO EXPERIMENTAL EN EDUCACION 1974.					
Conceptos	Datos del sector	% del total nacional	Promedios	A nivel del sector	A nivel nacional
1. Gasto en IADE (miles de pesos) ¹	51 349	2.9	1. Gasto promedio por unidad (miles de pesos)	450.4	1 245.5
2. Número de unidades que realizan IADE ²	114	8.1	2. Gasto promedio por investigador ETC (miles de pesos).	199.1	370.2
3. Número de investigadores en ETC ³	257.9	5.5	3. Promedio de investigadores ETC por unidad	2.3	3.4
<p>1 Estimación realizada con base en un incremento del 29.82% del gasto nacional en ciencia y tecnología en el período 1973-1974; puesto que se tienen datos de gasto en IDE para 1973, se infiere un incremento idéntico al del gasto total en ciencia y tecnología.</p> <p>2 El dato incluye también unidades con cero investigadores.</p> <p>3 Se define como investigador la persona que realiza IDE y tiene nivel de estudios mayor o igual a licenciatura. ETC=45.07 horas a la semana, cifra que corresponde al promedio de horas a la semana dedicadas a actividades científicas y técnicas por el personal definido genéricamente como de tiempo completo.</p> <p>FUENTE: Cuadro 1, 9 y 10.</p>					

En un país como México, con una alta tasa de crecimiento de la población, la demanda potencial por servicios educativos aumenta a un ritmo bastante rápido. Hasta ahora, la investigación ha contribuido a que la respuesta a la demanda educativa se concentre en la expansión del sistema formal y a que la introducción de los pocos sistemas abiertos de enseñanza y nuevos modelos educativos se realice sin evaluar su adecuación a la problemática del país. Buena parte de los esfuerzos de investigación se han orientado a examinar el funcionamiento del sistema educativo: su eficiencia interna, la distribución de los servicios, el nivel de estudios, la situación de los egresados en el mercado ocupacional, etc. Si bien estos trabajos han demostrado las deficiencias e inadecuaciones internas de la educación, son pocas las soluciones que se han propuesto al nivel de la estructura del sistema. La concentración de la IDE en el estudio del sistema educativo vigente ha impedido otorgar la atención debida al desarrollo de métodos y medios educativos distintos a la educación formal.

B. Objetivo

La adopción de un modelo de desarrollo tecnológico en el que los métodos de educación extraescolar e informales aumenten sustancialmente su importancia, como medida indispensable para elevar el nivel educacional de grandes sectores de la población, erradicar el analfabetismo tanto absoluto como funcional y lograr una mayor eficiencia en el esfuerzo educativo nacional.

C. Lineamientos de política.

Para conseguir este objetivo, se apoyarán prioritariamente las siguientes actividades:

1. Estudios orientados a proponer soluciones a los problemas que el crecimiento demográfico plantea al sistema educativo y que contribuyan a satisfacer las necesidades de desarrollo científico, técnico y cultural de las mayorías nacionales.

2. Desarrollo y aplicación de sistemas extraescolares o no-formales adecuados a las condiciones del país. En particular, el diseño, la elaboración y la puesta en práctica a través de los medios de comunicación de programas de enseñanza informal, cuyo contenido tenga un valor cultural y científico adecuado a las necesidades educativas de la población.

3. Investigación en ciencias educativas necesaria para apoyar el desarrollo y evaluación de dichos métodos informales.

4. Desarrollo de métodos y programas de enseñanza de las ciencias que fomenten los hábitos inquisitivos y el rigor científico.

5. Desarrollo de métodos de transmisión del conocimiento adecuados para la enseñanza, la difusión y la capacitación técnica en los medios rurales e indígenas.

6. Investigación orientada a la búsqueda de métodos educativos que ligen la teoría con la experimentación y la práctica, a todos los niveles de la enseñanza.

7. Desarrollo de nuevos métodos de enseñanza tecnológica, sobre todo para el nivel de educación media y elemental.

8. Apoyo científico y tecnológico a la elaboración de programas de enseñanza superior vinculados con los problemas de la actividad productiva.

9. Diseño de nuevos métodos de enseñanza para el desarrollo de la capacidad tecnológica del campesino, que favorezcan la óptima utilización y el mejoramiento de las tecnologías tradicionales y modernas disponibles en el sector rural.

10. Fomento de la investigación educativa (y no solamente de psicopedagogía o de didáctica) en las universidades y escuelas normales.

11. Evaluación permanente de los métodos y contenidos de la educación en marcha.

12. Estudios tendientes a profundizar la reforma educacional, en particular en lo concerniente a la reestructuración del sistema educativo y al importante papel que habrán de desempeñar los métodos informales de educación.

13. Vinculación del esfuerzo de formación de personal para la enseñanza y para la investigación. Los programas de las escuelas normales deben incluir una dosis considerable de metodología y práctica de investigación en ciencias y tecnologías de la educación.

14. Integración de la labor educativa con la investigación pedagógica, con el fin de que los educadores realicen investigación sobre la práctica actual de la enseñanza y sobre los métodos experimentales y prácticos que se vayan introduciendo en el sector como parte del nuevo modelo de desarrollo tecnológico.

15. Difusión de los resultados de la investigación educativa, su discusión en foros abiertos y la creación de mecanismos institucionalizados para el examen de las propuestas de los investigadores, con el objeto de disminuir la impermeabilidad del aparato administrativo y las recomendaciones de política derivadas de las investigaciones.

16. Diagnósticos del sistema educativo que permitan configurar una visión coherente del mismo.

17. Estudios para conocer el funcionamiento y características de la educación privada, con el fin de que las autoridades determinen una política de regulación de la misma.

18. Aumento de la participación del sector de educación privado en el financiamiento de la investigación educativa que se realice para desarrollar el nuevo patrón de desarrollo del sector.

19. Desarrollo de programas de enseñanza para la formación de personal directivo y administrativo responsable de la coordinación y operación de actividades educacionales.

20. Fortalecer el Programa Indicativo de Ciencias y Técnicas de la Educación del CONACYT para que, previa su reestructuración, el Comité que lo preside, pueda actuar como Comité de Programa Sectorial en la fase de implementación de este Plan.