

capítulo sexto

**PROGRAMAS DE
INVESTIGACION Y
DESARROLLO
TECNOLOGICO PARA
ATENDER PRIORIDADES
NACIONALES**

6.1 Investigación de la naturaleza y sociedad nacionales

El ámbito de investigación sobre la naturaleza y sociedad nacionales es enorme, de una gran complejidad y su conocimiento, con frecuencia de características estratégicas, es esencial como punto de partida de una importante gama de actividades del desarrollo nacional. Aunque se han realizado investigaciones significativas puede afirmarse que existe un notable rezago en estos aspectos del conocimiento básico del país. Un programa indicativo que abarque tópicos como éstos, debe mantener un esfuerzo continuado a largo plazo, sin el cual se abortarían las acciones emprendidas y no se lograrían alcanzar las metas finales. No obstante, como actividades a mediano plazo se proponen una serie de objetos focales con metas que puedan mostrar resultados significativos en un tiempo máximo de cinco años.

6.1.1 Meteorología y climatología

Objetivo

- Generar conocimientos sobre la meteorología y climatología nacionales y fomentar su aprovechamiento.

Justificación

Es evidente la importancia de los estudios meteorológico-climáticos y de sus aplicaciones a nivel nacional. Para la planeación racional de la producción agropecuaria, que en México, además de absorber a un elevado porcentaje de la población, representa una parte sustancial del Producto Interno Bruto, son obligados los pronósticos de precipitación media anual, de fechas de inicio de la temporada de lluvias y su distribución, de fechas de las primeras heladas, etcétera. Esto es particularmente importante en la agricultura de temporal, fundamental para nuestro país.

Para la planeación del aprovechamiento de nuestros recursos hídricos, la información climatológica y el pronóstico meteorológico contribuyen notablemente a localizar proyectos de captación y a operar satisfactoriamente las instalaciones, tanto de riego como hidroeléctricas; la apertura de nuevas áreas de cultivo estará también influida por este tipo de conocimiento.

En el territorio nacional, que por su localización geográfica, está expuesto a la acción de huracanes generados en dos océanos, son indispen-

sables los pronósticos meteorológicos correspondientes. Una advertencia oportuna sobre la proximidad de un temporal permite abatir pérdidas humanas y materiales en varios sectores y zonas del país. El transporte aéreo requiere información y pronósticos sistemáticos, oportunos y confiables del estado del tiempo en las rutas y aeropuertos nacionales. Para la industria, el comercio, el transporte, el turismo y el bienestar cotidiano, el conocimiento meteorológico-climático aporta elementos de protección y contribuye al desarrollo económico y a la integración social de la nación.

Diagnóstico

En los últimos años, la meteorología y la climatología han tenido un desarrollo acelerado, debido —entre otros factores— a la disponibilidad de más y mejores datos de la atmósfera y de los océanos, que han sido enriquecidos por el uso de satélites meteorológicos y que pueden analizarse en forma práctica por medio de computadoras. Además, se han desarrollado modelos climáticos y meteorológicos, con bases físico-matemáticas, cuyas complicadas ecuaciones pueden resolverse con computadoras; esto permite hacer predicciones para diversas escalas de tiempo. El desarrollo de estos modelos y otras investigaciones se hacen casi siempre en las universidades y posteriormente son utilizados por los servicios meteorológicos.

Conscientes de esto, en marzo de 1977 se creó en la UNAM el Centro de Ciencias de la Atmósfera, con el propósito de realizar, dentro del ámbito de las ciencias atmosféricas y ambientales, investigaciones básicas y aplicadas como son: desarrollar modelos de diagnóstico y pronóstico para el tiempo, el clima, sus fluctuaciones y sus cambios; estudiar la química atmosférica y la contaminación ambiental, la física de nubes y sus aplicaciones a la estimulación de lluvias, desarrollar instrumentación meteorológica; etcétera. Por iniciativa de investigadores del Centro de Ciencias de la Atmósfera y con apoyo del CONACYT, se crearon en 1977 la licenciatura en ciencias atmosféricas y el Centro de Meteorología Aplicada en la Universidad Veracruzana.

El principal obstáculo para desarrollar las ciencias atmosféricas es la escasez de personal académico preparado en estas disciplinas. Por lo tanto, es fundamental acelerar la formación de nuevos investigadores y técnicos.

El siguiente cuadro muestra aproximadamente las cifras de personal meteorológico para México, las deseables y las actuales (según los puestos ocupados y la preparación recibida). El personal aparece clasificado de acuerdo con las normas de la Organización Meteorológica Mundial; que son, a grandes rasgos: clase I: escolaridad de licenciatura y 6 meses de entrenamiento en el área; II: escolaridad técnica y 9 meses de entrenamiento; III: bachillerato y curso de especialización de 8 meses; y IV: secundaria y curso de 6 meses.

PERSONAL	CLASE				SIN PREPARACION
	I	II	III	IV	
Deseable	50	300	400	2 000	
Actual, según los puestos existentes	10	60	110	950	
Actual, según el entrenamiento recibido	5	35	75	85	930

Las cifras de estaciones meteorológicas se dan en el cuadro siguiente:

ORGANISMO	CLIMATO- LOGICAS ^a	SINOPTICAS ^b	DE RADIO SONDEO ^c
SAG ¹	500	55	
SRH ²	2 300		
CFE	900		
SDN ³		25	
SRE ⁴		25	
SCT ⁵		50	9
Otros ⁶	800	25	
TOTAL	4 500	180	9

Notas del cuadro:

Para la fecha de la información (1975) la SAG y la SRH estaban separadas

¹ Opera además el Centro Nacional de Predicción en el D.F. y dos Centros Regionales, en Veracruz, Ver. y en Mazatlán, Sin. En 1975 tenía planeado instalar una red de 40 estaciones agrometeorológicas, que actualmente deben estar funcionando.

² Tiene además unas 1 100 estaciones hidrométricas.

³ En 1975 tenía planeado instalar 27 estaciones sinópticas más.

⁴ A través de la Comisión Internacional de Límites y Aguas, ubicadas principalmente en la frontera norte.

⁵ Para fines aeronáuticos.

⁶ Incluye: Pemex, Sría. de Marina, SOP (así llamada en 1975), SSA, Universidades, Asociaciones Agrícolas y Ganaderas, etc.

^a Llamadas también termo-pluviométricas; recogen datos de temperatura, precipitación y, en contados casos, de evaporación.

^b Llamadas propiamente observatorios sinópticos de superficie; tienen los mismos instrumentos que las climatológicas y, además, barómetro, sincrómetro y anemo-cinemógrafo.

^c Son observatorios para el estudio de la atmósfera superior; determinan presión, temperatura, humedad y viento en diversas capas, hasta unos 25 km de altura.

En términos generales, más que incrementar sustancialmente la infraestructura de estaciones, es urgente usar los datos observados actuales en forma científica y expedita, para provecho práctico. Es importante mejorar la infraestructura de observación en dos aspectos, a saber, el establecimiento de una red de telecomunicaciones meteorológicas y el de una red de estaciones meteorológicas insular y marítima; ambas actualmente muy precarias.

Entorno significativo

Diversos organismos públicos y privados hacen sistemáticamente una buena cantidad de observaciones meteorológicas, que en conjunto son de regular calidad; es importante mejorarla manteniendo las instalaciones y el instrumental en buenas condiciones y encargando su operación a personas que tengan la preparación mínima requerida. La información generada en las estaciones le es útil casi solamente al organismo

que las estableció para sus particulares fines. Es indispensable homogeneizar las observaciones y centralizar los datos tomados.

Para conseguir lo anterior es fundamental establecer una red moderna de telecomunicaciones meteorológicas (ahora prácticamente inexistente) que permita el enlace instantáneo de las estaciones con los centros de pronóstico y de esa manera reunir rápidamente la información y difundir oportunamente las predicciones. Esta red de telecomunicaciones debe tener alcance nacional e internacional.

Es urgente complementar la infraestructura meteorológica nacional con una red de estaciones insular y marítima, entendiendo por éstas las situadas en lugares accesibles sólo o preferentemente por mar. Esta red permitirá elaborar pronósticos útiles a la navegación marina, la pesca, las perforaciones en el lecho marino, la investigación oceanográfica, las construcciones portuarias, etcétera.

A la fecha se cuenta en el país con la infraestructura científica para desarrollar modelos de predicción a corto plazo (o meteorológicos) y a largo plazo (o climáticos), adecuados al territorio nacional, pues los utilizados en países de otra geografía no siempre son útiles en la nuestra. Aunque algunos modelos ya están desarrollados y probados, los servicios meteorológicos nacionales no los aplican. Es urgente corregir esta deficiencia mejorando la disponibilidad de datos y la interacción entre centros de investigación y organismos de servicio.

A fin de superar las deficiencias aquí enumeradas es indispensable incrementar la preparación de personal meteorológico de las cuatro clases, de un modo descentralizado en la geografía nacional. Centros de investigación y docencia son básicos para este propósito; es inaplazable fomentar la creación de nuevos centros académicos en meteorología y climatología, así como apoyar a los ya existentes. Esto es especialmente importante en la situación económica actual del país que impide prácticamente el envío de becarios a estudiar al extranjero.

En la actualidad se depende fuertemente de la tecnología extranjera en el renglón de instrumental meteorológico. Es necesario —sobre todo en las condiciones económicas presentes— apoyar a quienes diseñan o fabrican —o están en posibilidad de hacerlo— este tipo de instrumentos. De otro modo no será factible mejorar la infraestructura meteorológica nacional.

Actualmente se da en México poca interacción entre los estudios agronómicos y los meteorológico-climáticos. La planeación agrícola y las técnicas de cultivo son muy empíricas; carecen de fundamento científico con respecto al aprovechamiento óptimo de la humedad, la radiación, etcétera. Se requiere emprender investigaciones agro-climatológicas en el territorio nacional (ahora prácticamente ausentes) para incrementar la producción agrícola.

El deterioro del medio ambiente se está agravando, sobre todo en las zonas urbanas. Urge fomentar la investigación de los efectos de la contaminación en los procesos meteorológico-climáticos y viceversa. Esto requiere estudios de química, radiación y óptica atmosférica.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Homogeneización y centralización de las observaciones meteorológicas.

2. Establecimiento de la red telecomunicaciones meteorológicas.
3. Establecimiento de la red de estaciones insular y marítima.
4. Aplicación sistemática de modelos de predicción a corto y largo plazos.
5. Formación de investigadores y técnicos en ciencias de la atmósfera.
6. Diseño y producción de instrumental meteorológico.
7. Incremento de investigaciones en química atmosférica y contaminación ambiental.

6.1.2 La corteza

continental y sus recursos *Objetivos*

- Conocer integralmente el territorio nacional y sus recursos no renovables a través de su catalogación e inventario sistemático ordenado.
- Coordinar acciones entre instituciones del área de ciencias de la tierra.

Justificación

Es evidente la importancia que para un país como México tiene conocer en detalle el inventario de sus recursos; saber qué se ha hecho, cómo, por quién, cómo obtener la información y cuáles son las acciones futuras la exploración y cartografía de las instituciones, para evitar la repetición. Lograr esto en un plazo mediano sería posible solo a través de la acción coordinada de las diversas instituciones que trabajan en el área de ciencias de la tierra.

La canalización adecuada de fondos para que estudiantes en el área de ciencias de la tierra puedan efectuar tesis y servicios sociales cartografiando, de manera integral e interdisciplinaria, áreas carentes de información previamente seleccionadas, será un incentivo a los jóvenes para cumplir un requisito escolar y ayudará a ir tapando huecos y resolviendo el problema. El apoyo a la investigación básica en ciencias de la tierra permitirá evitar la dependencia y al mismo tiempo proporcionará bases para entender la realidad nacional.

De lo anterior, es evidente que se deben apoyar en gran medida los trabajos de exploración sistemática, interdisciplinaria y planeada, y crear un comité *ad-hoc*, encargado de reunir, circular y actualizar la información pertinente entre todas las instituciones para la mejor coordinación e integración de las acciones.

Es necesario planear los sitios donde deben o necesitan ser abiertas escuelas para las áreas de ciencias de la tierra, tomando en cuenta disponibilidad de profesorado, de materiales, de alumnado, demanda, etcétera. Es necesario fortalecer las escuelas de graduados en el área de ciencias de la tierra mediante la formación de profesores y el apoyo a proyectos de investigación, con objeto de alcanzar a mediano plazo autosuficiencia en la preparación de nuevas generaciones.

Diagnóstico

México, país con casi dos millones de kilómetros cuadrados de superfi-

cie continental y con un inmenso potencial de recursos naturales no renovables, cuenta para su conocimiento, localización y explotación con una serie de organismos académicos y gubernamentales que se dedican a su estudio. A pesar de los esfuerzos realizados por estas instituciones para mejorar el conocimiento de nuestro territorio, labor fundamental en todo país que desee utilizar adecuadamente sus recursos, se notan claramente cuatro grandes carencias:

- a) información básica;
- b) investigación básica;
- c) coordinación e integración de las acciones;
- d) recursos humanos adecuados.

Con respecto al primer punto, no es errado afirmar que si bien existen a la fecha cartas de información básica a una escala aceptable de trabajo con los datos mínimos necesarios de geología, geofísica, hidrología, edafología, etcétera, que pueden servir de base a trabajos más detallados de beneficio para la colectividad, es necesario intensificar los esfuerzos para obtener información a escalas más adecuadas. Si bien existen, por ejemplo, recopilaciones geológicas en escalas 1:2 000 000 y 1:1 000 000 que cubren la superficie total del país y de 1:500 000 por estados, éstas distan mucho de ser escalas apropiadas para trabajo de semidetalle (1:50 000) o de detalle a escalas mayores.

La variación en calidad entre el trabajo de las diversas instituciones también es grande ya que no existe un consenso general al respecto. Esto contrasta grandemente con países desarrollados que trabajan ya en la revisión y actualización de sus cartas en escalas más grandes.

En lo referente a las carencias de investigación, baste citar que a pesar de la historia volcánica sumamente activa del país, las investigaciones vulcanológicas son mínimas y las sismológicas podrían ser mejores. En algunas áreas, como la de geofísica de exploración, se recurre a desarrollos científicos y tecnológicos generados en el extranjero ya que virtualmente en México no se han desarrollado a pesar de su amplia utilización. Asimismo, al buscar información sobre el territorio nacional, es común encontrar que mientras algunas áreas carecen absolutamente de ella, en otras son varias las instituciones que han hecho algún trabajo, muchas veces de manera repetitiva. Esto produce una serie de gastos innecesarios de tiempo, dinero y esfuerzo. Por lo que se refiere a recursos humanos, existe gran necesidad de profesionistas e investigadores con un alto nivel académico así como de la reestructuración de planes de estudio para la formación de técnicos profesionistas y de investigadores.

Entorno significativo

Con objeto de poder alcanzar las metas fijadas es necesario adecuar el entorno actual del objeto focal. Para ello se requiere de una infraestructura que nos permita comparar, actualizar, catalogar y almacenar los datos adquiridos.

Esto es factible de lograr mediante la creación del comité que se propone, el cual tendría sobre todo la labor de coordinación entre los organismos gubernamentales más activos en estas áreas.

El cuidado y mejoramiento de colecciones científicas de estudio ya sean cartográficas, petrológicas, mineralógicas, fosilíferas, etcétera, es un renglón que debe ser atendido con objeto de formar un acervo de conocimientos dentro de la infraestructura. De igual manera la modernización y apoyo a los servicios sismológicos requiere de gran atención.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Metodología, centralización y análisis de la cartografía básica en ciencias de la tierra.
2. Investigación sobre la constitución, procesos y dinámica de la litósfera.
3. Investigación orientada a las condiciones nacionales en cuanto a geocronología, metalogénesis, vulcanología, geotermia, sismología, ingeniería sísmica y geomorfología.

6.1.3 Los mares, la zona costera y sus recursos naturales

Objetivos

- Incrementar de manera significativa el conocimiento de los mares y zonas costeras mexicanas y de sus recursos.
- Contribuir a la delimitación precisa de la Zona Económica Exclusiva de México.
- Ampliar la capacidad de negociación sobre nuestros mares y la administración de sus múltiples recursos y usos.

Justificación

En 1975, al establecer la Zona Económica Exclusiva hasta las 200 millas náuticas, la nación acrecentó su superficie de jurisdicción en 2 892 000 km². Con esa medida y la posición política del gobierno mexicano en las negociaciones, firma y ratificación de la Convención de las Naciones Unidas sobre Derecho del Mar, México adquirió importantes derechos y responsabilidades. Para tales fines sólo podrá ejercer una verdadera soberanía sobre su zona económica exclusiva en la medida que tenga la capacidad de explorar, evaluar, explotar y administrar sus mares y recursos, y aun negociarlos con otros países.

El ejercicio de esa soberanía requiere, además de la vigilancia, de un intenso y sostenido esfuerzo de exploración e investigación.

El incremento sustancial del conocimiento de los mares y zona costera contribuirá: a) fortalecer la estructura científica y tecnológica nacional; b) producir un efecto multiplicador de fertilización entre las ciencias exactas, naturales y sociales; c) reducir, en un plazo razonable, la dependencia marina del país; d) proporcionar elementos útiles para el desarrollo regional; e) contribuir al ejercicio de la soberanía en la Zona Económica Exclusiva de México.

Diagnóstico

La investigación científica de la zona costera y los mares mexicanos

ha sido realizada en su mayoría por extranjeros. Los esfuerzos nacionales, efectuados principalmente en los últimos años, son escasos. Esto ha tenido como resultado que el país no conozca sus mares adecuadamente y que exista dependencia hacia el extranjero en lo relacionado con el conocimiento de la naturaleza y procesos que determinen a los mares mexicanos. Un notable ejemplo es la pobreza de las colecciones científicas y de materiales de referencia en instituciones nacionales.

Comparativamente puede decirse que en su investigación marina, México tiene un atraso de 30 a 40 años respecto a países desarrollados como los que bordean el Atlántico Norte. Ese atraso puede recuperarse en un plazo medio si se realiza un esfuerzo sustancial sostenido. De ahí que el uso y aprovechamiento del mar y sus recursos sea insatisfactorio en términos de las necesidades nacionales en aspectos alimentarios, de materias primas, portuarios, de navegación, turísticos, industriales o energéticos.

El grado de conocimiento del mar es, en comparación con el de tierra, mucho menor. Esto es una realidad no sólo en el plano nacional sino en el internacional; la razón fundamental estriba en el grado de dificultad que implica para el hombre conducirse en un medio ambiente para el que no está adaptado. Por otro lado, el medio marino es fluido y dinámico, por lo que sus procesos no pueden definirse estáticamente en el tiempo y en el espacio. Como consecuencia, el estudio del mar no compete a una sola ciencia, sino a combinación de diversas ramas científicas y tecnológicas que se enmarcan dentro de lo que se denomina ciencias del mar.

El océano no es sólo un medio de transporte, de desarrollo industrial o de extracción de recursos. En las últimas décadas se empieza a comprender su papel fundamental en el ciclo del agua y como el gran modificador del régimen meteorológico y climático terrestre.

Entorno significativo

El desarrollo institucional es débil; la mayoría de las instituciones son muy recientes y su infraestructura incipiente; algunas aun cuando jóvenes, tienen una mayor madurez, pero aún requieren ser consolidadas.

Los recursos humanos son insuficientes. Para las realizaciones del programa propuesto debe atenderse prioritariamente este importante rubro, ya que son grandes las carencias de investigadores capacitados. No obstante, el personal con que se cuenta ya constituye un punto de partida para realizar estudios serios.

Los servicios de apoyo constituyen un elemento fundamental; por lo general son deficientes y no tienen bien definidas sus funciones. Entre ellos pueden citarse el servicio de predicción de mareas, el centro nacional de datos oceanográficos y la cartografía oceánica y costera para diferentes propósitos. Los servicios bibliotecarios son deficientes y puede considerarse que no existe en el país una biblioteca con un nivel adecuado en esta materia. La instrumentación (calibración, mantenimiento, reparación, diseño, construcción) constituye un cuello de botella tecnológico determinante, que es motivo de dependencia del extranjero, agravada por dos cuestiones: la falta de divisas y las dificultades en

la importación. Hay escasa información meteorológica marina y el pronóstico del tiempo en el mar es casi inexistente. En información y documentación se cuenta con el SECOBI y el CICH; pero se carece de una adecuada difusión sobre las actividades nacionales.

Por el alto costo de las investigaciones, tanto en equipo como en gastos de operación, el financiamiento actual es insuficiente.

El intercambio académico, la información, metodológica y de técnicas, es pobre. Se llega a dar el caso de que diferentes instituciones estudian al mismo tiempo una región sin que exista comunicación entre ellas.

A fin de subsanar las deficiencias del entorno que incluye en la generación de conocimientos sobre los mares nacionales, se considera imprescindible:

- Consolidar la infraestructura de las instituciones de investigación y de educación superior, con personal, equipo, instalaciones, presupuesto y garantizar la continuidad de las acciones.
- Mejorar los servicios de apoyo: a) la Dirección General de Geografía del Instituto Nacional de Geografía, Informática y Estadística, debe crear un Centro Nacional de Datos Oceanográficos, operativo, capaz de procesar toda la información y ponerla a disponibilidad de la comunidad científica y de los diferentes sectores públicos y privados. Además publicar un boletín informativo general sobre las actividades de investigación marina en el país; b) la misma dependencia debe responsabilizarse de la elaboración de los diferentes tipos de cartas correspondientes a las costas y mares mexicanos (batimetría, naturaleza de fondos, portulanos, cartas hidrográficas, etcétera, así como de su oportuna actualización; c) es preciso establecer una red de estaciones meteorológicas modernas marinas e implantar servicios de pronóstico del tiempo en los mares; d) respecto al servicio mareográfico, deberá automatizarlo, hacerlo acorde con las necesidades de precisión actuales, e incluir el registro automático de olas.
- Usar las embarcaciones disponibles actualmente de manera más eficiente.
- Mejorar las bibliotecas, consolidar acervos, complementarlos, evitar duplicaciones y promover y facilitar el intercambio de documentos.
- Fortalecer las colecciones científicas.
- Impulsar los esfuerzos de instrumentación nacionales buscando una amplia colaboración interinstitucional.
- Promover que las revistas científicas nacionales se publiquen con oportunidad, tengan calidad y se les dé la debida distribución nacional e internacional. Estimular la publicación de boletines técnicos que incluyan: informes de investigación, informes de datos e informes de campañas oceanográficas.
- Mejorar la comunicación entre las instituciones nacionales de investigación, intercambio académico de técnicas, metodologías, etcétera, y fomentar la cooperación internacional en la medida que haga falta como elemento complementario de los proyectos de investigadores nacionales.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

Si bien es necesario transformar significativamente el estado del objeto focal en el espacio oceánico nacional, por las limitaciones anteriormente expuestas, es preciso centrar las acciones en determinadas regiones que requieren de una pronta atención, en las cuales se podrán tener resultados evidentes en un plazo de cinco años.

Las regiones que se propone abordar son:

- I. Pacífico oriental templado (al occidente de la Península de Baja California).
- II. Golfo de California y área de influencia.
- III. Golfo de Tehuantepec y área de influencia.
- IV. Sur del Golfo de México y área de influencia (entre Tampico y el Banco de Campeche).
- V. Caribe Mexicano y Canal de Yucatán.

Las líneas de investigación señaladas a continuación representan el marco básico de conocimiento que debe lograrse para cada una de las regiones:

1. Estudios batimétricos, morfológicos y de la naturaleza del fondo oceánico.
2. Investigación sobre origen, procesos y distribución de minerales del piso oceánico (fuentes hidrotermales, nódulos de manganeso, fosforitas, etcétera).
3. Investigaciones sobre la dinámica y clima oceánico de los mares jurisdiccionales mexicanos y áreas adyacentes.
4. Ciclos biogeoquímicos, productividad primaria y fertilidad del mar.
5. Investigación sobre procesos, dinámica y administración de las zonas costeras y sus recursos.
6. Investigación sobre arrecifes coralinos y su conservación.
7. Investigaciones del impacto de las actividades humanas sobre el medio marino (contaminación por hidrocarburos, pesticidas y efectos del desarrollo turístico, industrial, portuario, urbano, etcétera).
8. Desarrollo y construcción de instrumentos oceanográficos.

6.1.4 Conocimientos de la biota terrestre

Objetivo

- Conocer la flora y fauna terrestres de nuestro país no sólo al nivel de una catalogación en colecciones científicas, sino también en aspectos cualitativos de los organismos que componen dichas colecciones. En particular: a) exploración de partes del territorio y colecta de especímenes; b) catalogación de los especímenes y establecimiento de colecciones científicas; y c) formación de recursos humanos en aspectos técnicos (colección, conservación) y científicos (taxonomía y biosistemática).

Justificación

En lo referente a la exploración y colección de especímenes hay que

decir que México es, por su situación geográfica, su historia geológica, los climas diversos que tiene, etcétera, uno de los países biológicamente más diversos del orbe. Por ejemplo, se calculan entre treinta y treinta y cinco mil especies de plantas superiores en nuestro territorio, lo cual representa mucho más que todas las especies de plantas que existen en los territorios de Estados Unidos y Canadá juntos; de esta flora en México tenemos colecciones que representan a lo sumo el 60 por ciento. La misma situación prevalece en muchos grupos de organismos animales como por ejemplo los insectos, de cuya existencia calculada en cerca de medio millón de especies hay conocidas solamente una fracción.

En la colección más grande de insectos en México, que está ubicada en el Instituto de Biología, se encuentran solamente 1.5 millones de especímenes que, en promedio, no representan arriba del 15 o 20 por ciento de la fauna de insectos mexicana.

Dentro de la fase de catalogación se reconocen dos etapas: a) la de crecimiento de las colecciones y b) la de mantenimiento académico de las mismas y producción de la información en forma de floras, tratados faunísticos, etcétera.

La primera etapa de crecimiento activo se puede planear para un lapso de cinco años; teniendo en cuenta que si se quiere acortar este periodo al máximo posible el nivel de apoyo deberá ser de las dimensiones que se requieren para realizar un esfuerzo coordinado. Las ventajas de acortarlo son lograr el conocimiento en la flora y fauna mexicanas antes de que el proceso generalizado de perturbación y deterioro ecológico del país acabe con vastas áreas que ya se encuentran seriamente amenazadas lo cual significaría la desaparición de más componentes de la biota terrestre sin que siquiera se hayan conocido. La colección de especímenes y la exploración de partes del territorio nacional deberá hacerse de acuerdo a un ordenamiento prioritario que ya existe y que se ha basado en el conocimiento con que se cuenta.

La segunda etapa, de mantenimiento académico de las colecciones y de producción de conclusiones en tratados que permitan a los profesionistas y al público no especializado acceso al conocimiento de la biota terrestre, se llevaría a cabo en un periodo que rebasaría los cinco años, pero es necesario puntualizar que tiene una importancia capital. El establecimiento de reservas biológicas, como bancos vivos de germoplasma, es otro componente importante en el conocimiento de nuestra flora y fauna. Estos bancos de germoplasma deben existir en todos los ecosistemas importantes de México.

También deben desarrollarse colecciones y bancos de germoplasma de plantas y animales de potencial valor económico. El desarrollo de grupos interdisciplinarios, virtualmente inexistentes en el presente, trabajando sistemática e integradamente en la exploración, evolución y desarrollo de nuevas plantas y animales útiles al hombre debe ser una tarea prioritaria.

Lograr en los siguientes cinco años la formación de colecciones nacionales realmente completas, reforzando aquellas que ya tienen este *status*, sería el primer paso serio para lograr un grado de independencia satisfactorio en el conocimiento de nuestros recursos naturales renova-

bles, ya que constituiría la infraestructura esencial para el desarrollo de varias disciplinas básicas en la biología tales como genética, fisiología, ecología, epidemiología, etc.; y daría la posibilidad de usar acervos de información biológica fundamentales para el trabajo de numerosos profesionistas en las disciplinas de veterinaria, entomología aplicada, fitopatología, toxicología, etcétera.

Diagnóstico

El país sufre una de las formas de dependencia científica más dolorosa en lo que se refiere al conocimiento adecuado de nuestros recursos bióticos (animales y plantas que constituyen el concepto de lo que llamamos la naturaleza del país). Para poder nombrar y conocer organismos que crecen en México —tanto animales como vegetales— tradicionalmente se ha tenido que recurrir a los grandes museos del extranjero e instituciones de investigación biológica que tienen colecciones importantes de la flora y la fauna mexicanas, y que han sido el resultado de numerosas exploraciones y expediciones de colecta realizadas fundamentalmente durante el siglo XIX y las cuatro primeras décadas del XX.

Hasta muy recientemente, no había habido intentos institucionales serios y articulados para reducir la dependencia científica en este aspecto. Diversos esfuerzos en los años recientes han ayudado a aminorar esta situación, especialmente en los últimos años, cuando por primera vez a través del CONACYT, se logró un donativo sustancial de fondos federales para desarrollar las colecciones científicas nacionales depositadas en el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México; con esto se logró un cambio cuantitativo sin precedentes en la historia de las ciencias biológicas de México en cuanto al *status* de las colecciones científicas. Aún así, la tarea por hacer es desproporcionada en relación a los fondos, a las infraestructuras físicas y humanas con que se cuenta.

Se requiere de un programa concertado de carácter nacional para lograr, en un periodo relativamente breve, una mayor autonomía en estos aspectos.

Una gran diversidad de disciplinas aplicadas y básicas dependen de la información adecuada de nuestra flora y fauna, depositada en colecciones científicamente ordenadas y mantenidas y con accesos automatizados para su uso. Sin dicha infraestructura estas disciplinas encuentran serios límites en su capacidad de resolver problemas propios del país. Los acervos de información biológica constituyen una infraestructura fundamental y de naturaleza estratégica tanto para el desarrollo de todos los aspectos de ciencia y tecnología que se relacionan con los recursos naturales renovables del país como de muchos otros aspectos de las relaciones del hombre con su medio ambiente (v.g. epidemiología).

La formación de recursos humanos es, como en la mayoría de las actividades relacionadas con la ciencia y la tecnología en México, una limitante de gran importancia en el desarrollo rápido del conocimiento de nuestra biota terrestre. Esto es particularmente cierto en lo que se refiere a personal con entrenamiento de nivel de posgrado el cual, por el momento, debe ser entrenado en el extranjero ya que no hay un solo

programa de posgrado en taxonomía o biosistemática en México. En una primera fase de formación (5 años) habría que preparar al menos 50 biosistemáticos y taxónomos en los más importantes grupos taxonómicos de plantas y animales. En la actualidad no hay más de 100 taxónomos con niveles variables de formación en el país.

El único tratado amplio sobre las plantas mexicanas, que solamente incluye una porción de éstas, fue hecho por un taxónomo norteamericano y terminado en 1927. Evidentemente, esta es una obra totalmente obsoleta y aunque es la única base de trabajo de esa magnitud, es ya completamente insatisfactoria. Tampoco hay tratados faunísticos con la suficiente información sobre la mayoría de los grupos animales.

Existen solamente unas cuantas instituciones en el país que han dedicado esfuerzos de investigación para generar conocimiento sobre la biota terrestre de México. Las principales colecciones de animales y plantas del país se encuentran casi todas en el Instituto de Biología, con excepción de grupos pequeños que están más completos en otras instituciones. La Escuela Nacional de Ciencias Biológicas también ha dedicado esfuerzos a este respecto y tiene algunas colecciones importantes. Más recientemente, la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Nuevo León y el Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, han iniciado colecciones, en el primer caso fundamentalmente de peces y plantas y en el segundo de plantas y más recientemente de aves. Otras instituciones como el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, el Colegio de Posgraduados de Chapingo, y el Colegio Superior de Agricultura Tropical, Tabasco, han desarrollado herbarios fundamentalmente de carácter regional.

Entorno significativo

Los principales elementos que han limitado un conocimiento cabal de la biota terrestre en nuestro país son los siguientes:

- No ha habido un reconocimiento a nivel nacional de la importancia estratégica que dicho conocimiento tiene para la vida del país.
- El apoyo al desarrollo de estas colecciones de parte de las instituciones de investigación que han tenido la responsabilidad histórica de llevar a cabo este trabajo había sido hasta muy recientemente vago o poco articulado, probablemente como resultado de condiciones económicas que no permitían una mayor definición en este sentido.

La acción más importante para afectar favorablemente el entorno significativo del conocimiento de la biota terrestre en el país, es la de dar reconocimiento formal a las colecciones nacionales que hay en México. Considerar a éstas como colecciones nacionales de referencia, tendría como resultado práctico importante, el que numerosos organismos del sector público, que tienen que ver con el estudio y reconocimiento de elementos de la flora y fauna mexicanas tales como la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, la Secretaría de Pesca, etcétera, hiciesen depósitos formales de sus materiales en estas colecciones. De esta manera se enriquecería a

las colecciones casi sin costo y se desembarazaría a las dependencias del oneroso problema de mantener colectas, con la seguridad de que una vez depositadas en las colecciones nacionales recibirían todo el cuidado y el apoyo científico que requieren.

Por otra parte, dado que en el momento no existen cursos de posgrado nacional en taxonomía y biosistemática, es imprescindible enviar al extranjero estudiantes seleccionados por su calidad académica, de manera que dentro de 5 años se cuente con 15 personas más, doctoradas en taxonomía vegetal, 3 a 4 en mastozoología, 5 a 6 en ornitología, 6 en ictiología, 4 a 5 en herpetología, 10 a 12 en entomología, e igual número en nematología. Asimismo, se requiere programar cursos, a nivel técnico, sobre colección y mantenimiento de especímenes biológicos, uso de computadoras para desarrollo de bases de datos y aplicación a taxonomía, etcétera.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Exploración.
2. Colecciones. Apoyo curatorial en las principales colecciones biológicas del país.
3. Desarrollo de los bancos de datos que ya se encuentran funcionando (Herbario Nacional y Colección Nacional Mastozoológica del Instituto de Biología, UNAM, y el de la Flora de Veracruz, INIREB); inicio de bancos de datos en otras colecciones susceptibles de ser computarizadas.

6.1.5 Capacidad de producción primaria del territorio mexicano

Objetivo

En un plazo de 1 a 5 años se podría contemplar la disponibilidad de cartas a escala semidetalladas (1:250 000 o 1:500 000) de la distribución de la capacidad de producción primaria del territorio continental del país.

Adicionalmente, se podría disponer de bancos de datos sobre la atmósfera y la superficie terrestre.

Justificación

El estudio de la capacidad de producción primaria de la naturaleza tiene, a nuestro juicio, implicaciones interesantes en dos sentidos. Por una parte puede ser un elemento que oriente cierto tipo de investigación básica sobre climatología o más generalmente de ecogeografía. Sobre este mismo punto subrayaría la importancia del estudio de la radiación solar. Por otro lado, el conocimiento de la capacidad productiva primaria, puede contribuir significativamente a un mejor entendimiento de la producción agrícola, pecuaria y forestal, sobre todo de aquellas formas agrícolas no convencionales.

Diagnóstico

Aunque la utilización de imágenes de satélite ha sido útil en algunos

casos de extrapoblación de resultados acerca de aspectos de producción de sistemas particularmente terrestres, no hay duda que los estudios para la determinación de la productividad primaria de sistemas naturales, requieren de un componente en extremo importante, de estudios sobre el terreno que permitan medir y evaluar los factores determinantes de dicha productividad tanto en sistemas terrestres como en sistemas marinos.

Estos estudios sobre el terreno aparte de la obtención de parámetros físicos diversos, tales como temperatura del mar, tipos de corrientes oceanográficas, oxígeno disuelto, o en sistemas terrestres aspectos de fertilidad del suelo, características físicas del mismo, regímenes climáticos, estructura de la cobertura vegetal, etcétera, incluyen la realización de experimentos de largo plazo que permite conocer la dinámica y funcionamiento de dichos ecosistemas y al mismo tiempo el impacto en diferentes tratamientos que semejan el uso que los sistemas tienen sobre la productividad primaria. Muy pocos estudios de esta naturaleza se llevan a cabo en el mundo y de hecho en nuestro país solamente existen algunos intentos preliminares de conocer capacidades de productividad primaria, en un sistema tropical. Es necesario enfatizar que este tipo de estudios es absolutamente esencial para generar criterios de manejo adecuados en la explotación, tanto de recursos terrestres como recursos marinos. Esta es la única forma de obtener conocimiento científicamente basado en la forma de uso más sostenido y no deteriorante de los recursos naturales.

Entorno significativo

Existen en el país diferentes grupos que han trabajado parcialmente sobre este tema, lo que da lugar a un conjunto de conocimientos dispersos. Por otro lado, en la Dirección de Geografía del INEGI de la S.P.P., existe una infraestructura tecnológica suficientemente avanzada y potencialmente utilizable para el estudio del objeto focal propuesto. En un futuro cercano hay dos lanzamientos de satélites artificiales con propósitos geográficos que podrían contribuir de diversos modos a la realización de este estudio.

Conviene señalar finalmente que las Naciones Unidas tienen particular interés en estos temas y que sería posible obtener ayuda en diferentes formas.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Apoyo de extrapolación de los datos terrestres por medio de la fotografía aérea e imágenes de satélite tipo landsat y meteorológicos.
2. Tratamiento digital de imágenes. Modelos matemáticos.
3. Regionalización del país en función de tipos de vegetación, regímenes de lluvias, radiación solar neta, etcétera.
4. Establecimiento de áreas piloto permanentes, para determinar con precisión diferentes componentes de la capacidad productiva de los ecosistemas.
5. Evaluación de la producción primaria de biomasa y fitoplancton ma-

- rino en la zona costera y la Zona Económica Exclusiva de México.
6. Producción primaria y fitomasa por algas calcáreas y pastos marinos en áreas costeras y estuarinas.
 7. Producción primaria en las zonas de surgencia del país.
 8. Producción primaria por bacterias fotosintéticas.
 9. Tipología de la producción agrícola en México.

6.1.6 Estudio de los sistemas tradicionales de conocimiento y uso de recursos

Objetivos

- Realizar estudios monográficos de los sistemas tradicionales de conocimiento y uso de recursos en las diversas culturas indígenas del país.
- Estudiar los sistemas en los pueblos que mantienen su cultura tradicional más completa y mejor organizada.
- Conocer los sistemas que, por diversos factores, ven amenazada su continuidad y la posibilidad de mantener su vigencia.
- Desarrollar estudios regionales en zonas prioritarias. La unidad de estudio no es una cultura sino una región natural y, dentro de ella en forma comparativa, los diversos sistemas tradicionales de conocimiento y uso de recursos que existan.
- Realizar estudios comparativos del conocimiento y uso de recursos seleccionados, en diversas culturas y nichos ecológicos. El punto de partida en esta tercera línea de investigación es la identificación de un recurso (por ejemplo: el agua) y el estudio de la forma en que es conocido y usado en diversos contextos naturales y culturales.

Justificación

Los diversos pueblos y comunidades tradicionales que se localizan en el territorio nacional han establecido históricamente un conjunto de relaciones particulares con su entorno natural. Estas relaciones entre sociedad y naturaleza incluyen siempre un sistema de conocimientos que expresa una larga experiencia acumulada. Gracias a ese conocimiento, cada pueblo o comunidad identifica los recursos que puede aprovechar de acuerdo a los procesos tecnológicos que controle y que también han sido perfeccionados a través de un largo proceso histórico. El objeto focal que se propone consiste en el estudio de estos sistemas tradicionales de conocimiento y uso de recursos.

La variedad de estos sistemas tradicionales es particularmente grande en México porque se combinan nichos ecológicos muy diversos con tradiciones culturales distintas y frecuentemente de gran profundidad histórica. La validez de tales sistemas está probada por el hecho de que muchos pueblos han logrado perdurar y desarrollarse durante milenios gracias a ellos en ambientes naturales que son difíciles aún para la ciencia actual y la tecnología moderna, como es el caso de la selva tropical húmeda.

La importancia de los sistemas tradicionales de conocimiento y uso de recursos ha sido ignorada o menospreciada con mucha frecuencia. Los esfuerzos se han orientado a introducir las tecnologías que en cada momento se consideran mejores y que casi siempre son importadas y

se adoptan sin una rigurosa revisión crítica de los sistemas tradicionales. Son muchos los ejemplos de fracaso rotundo en programas de modernización tecnológica instrumentados en esa manera. Por otra parte, apenas hay experiencias aisladas que hayan buscado recuperar el conocimiento de los sistemas tradicionales y, a partir de ellos, plantear los proyectos de desarrollo.

Diagnóstico

Hay escasa investigación institucionalizada, en consecuencia sería deseable promover la organización de grupos dedicados a este tipo de estudios y fomentar una intensa relación entre ellos desde las primeras etapas del programa. La diversidad de enfoques y temas particulares que caben legítimamente en el objeto focal, así como el hecho de que las instituciones de investigación existentes que podrían interesarse en iniciar estudios dentro de estas líneas tienen objetivos mayores que de alguna manera orientarán tales investigaciones (piénsese que un centro de investigación antropológica y uno dedicado al estudio de recursos naturales renovables, aun planteándose trabajos en el contexto del mismo objeto focal, muy probablemente enfatizarán aspectos distintos dentro del tema común); por lo tanto requerirían un intercambio frecuente de información y aun, en lo posible, alguna forma de coordinación para la selección de regiones y/o grupos, así como para la capacitación de personal.

Aparte de las consideraciones mencionadas en el punto anterior, para el diagnóstico deben tomarse en cuenta los siguientes hechos:

No hay programas escolares para la capacitación especializada en el estudio de ciencia y tecnología tradicionales. La información profesional y de posgrado de los antropólogos y otros científicos sociales, apenas y toca el tema y, generalmente, lo deja de lado; la formación de biólogos, botánicos, zoólogos, que provienen del área de ciencias naturales presenta la misma o más aguda deficiencia.

La bibliografía sobre el tema, referida a México, es naturalmente escasa y desigual. El tema mismo, en su dimensión teórica, metodológica y de estudios en otros países, está muy pobremente representado en los fondos bibliográficos de las principales instituciones que podrían tener algún interés en él. Este problema deberá atacarse al mismo tiempo que se dan los pasos necesarios para crear un banco de datos accesibles a los investigadores interesados en el objeto focal. Tampoco existen colecciones sistemáticas de tecnología tradicional; cuando en algunos museos y/o centros de investigación hay tales objetos, generalmente han sido reunidos con otros propósitos, además forman series incompletas y rara vez cuentan con la información complementaria que los haga realmente útiles para el objeto focal.

Entorno significativo

Creación de un seminario de posgrado o curso de especialización sobre ciencia y tecnología tradicionales.

Líneas de investigación para

1. Buscar el conocimiento de sistemas completos de información y uso de recursos, a través de los que cada pueblo portador de una cultura tradicional se relaciona con la totalidad de su entorno natural. Esto ofrece, adicionalmente, la posibilidad de entender mejor los diversos procesos y lógicas del conocimiento.
2. Poner énfasis en las diversas maneras tradicionales de manejar los recursos de una misma región que se determine como prioritaria.
3. Conocer las diversas formas tradicionales mediante las cuales se conoce y aprovecha un mismo recurso. Esto, en consecuencia, ofrece un panorama de alternativas tecnológicas susceptibles de ser empleadas en proyectos de desarrollo destinados al mejor aprovechamiento del recurso seleccionado.

6.1.7 Los factores organizativos en la explotación de los recursos naturales

Objetivos

- Contar cuando menos con cinco estudios de caso para diferentes recursos, que deben seleccionarse por su importancia conforme al grado de deterioro de los mismos, sus efectos en otros factores, su importancia económica y el número de gente que depende del producto, como serían: los bosques, los pastos naturales, las aguas subterráneas, las especies marinas de alto valor como el camarón, los recursos hidráulicos superficiales para irrigación, etcétera.
- Contar cuando menos con una generación de investigadores formados en el trabajo de la investigación. Estos deben de proceder, necesariamente, de las áreas de ciencias de la naturaleza y de la sociedad y formarse en el trabajo interdisciplinario.
- Atraer hacia este campo del conocimiento interdisciplinario el trabajo de algunas instituciones, especialmente regionales o de provincia, para que lo desarrollen de manera permanente.
- Crear un foco de atención en la comunidad científica, en el sector público y en la opinión pública, para proponer alternativas a la explotación destructiva y socialmente inequitativa de los recursos territoriales del país.

Justificación

La explotación de muchos de los recursos naturales de los que está dotado el país es irracional y destructiva. En esto influyen factores técnicos y sociales que son interdependientes y que no han sido estudiados como un sistema, como un conjunto interactivo. Se considera prioritario iniciar este tipo de investigación, lo que requiere de formación de especialistas y desarrollo institucional en ese campo. Muchos de los recursos amenazados por explotación irracional no sólo son importantes como tales sino que tienen efectos profundos sobre la naturaleza y el bienestar de los grupos humanos, como lo ilustra el caso de los bosques.

Este tipo de investigación no corresponde a ninguna de las disciplinas tradicionales, sino que varias de ellas deben integrarse de manera eficaz y novedosa para adoptar elementos que contribuyen a la propuesta de

modelos alternativos. En diversas instancias de la vida nacional se ha expresado la urgencia de reorganizar la explotación de los recursos territoriales para atender las necesidades nacionales, el mejor aprovechamiento y la preservación de ellos y el desarrollo de los grupos sociales que dependen de su explotación.

Diagnóstico

El Artículo 27 Constitucional establece la propiedad original de la nación sobre los recursos de su territorio y la facultad de ésta para normar su explotación en beneficio del conjunto. Sin embargo, las acciones públicas para implementar esta mandato están parcializadas y con frecuencia desarticuladas, por lo que se carece de una política general y coherente al respecto. Una de las razones de la desarticulación es la ausencia de marcos integrados y de conocimientos básicos para formularlos. Se puede esperar que la investigación integral de excelencia podrá tener una influencia en la orientación de recursos complementarios, procedentes en su mayoría de los diversos organismos del sector público que tienen a su cargo el manejo de recursos específicos. Por otro lado, se puede esperar que este tipo de investigaciones ejerza una influencia en la reorientación de los programas de formación profesional y de posgrado y en la orientación de los centros de investigación.

Los recursos naturales se organizan y distribuyen de manera diversa en la naturaleza. Su explotación se encuentra influida por dos variantes principales: la forma de acceso al recurso, que incluye la forma de la propiedad, y la tecnología, que incluye el conocimiento, el capital y la organización del trabajo. Las variables socioeconómicas se combinan de forma diversa y respondiendo a distintos factores. Los estudios en que se integran los dos conjuntos de variables son muy escasos y no cubren de manera sistemática las formas de explotación más importantes. Por otro lado, son evidentes las contradicciones que con el uso racional de los recursos y con el desarrollo social presentan muchas de las formas de explotación. Los efectos de estas contradicciones son múltiples y con frecuencia paradójicos, tales como: necesidad de importar productos que podrían obtenerse de recursos que existen en abundancia pero están mal aprovechados; destrucción creciente de recursos de la más alta importancia; surgimiento de desocupación y marginalidad social en actividades ligadas al uso de recursos renovables. Hay pues una gran disparidad entre la importancia del problema y el conocimiento integral del mismo a través de la investigación. En el caso de muchos recursos la disparidad debe atenderse con urgencia por la acelerada tendencia al deterioro de los recursos en el corto plazo.

Entorno significativo

El entorno significativo está formado por un vasto conjunto de organizaciones públicas, privadas y sociales que tienen diversas actividades relacionadas positiva o negativamente con la explotación de los recursos nacionales. Por esta razón se considera conveniente crear espacio académico para propiciar que las investigaciones propuestas cumplan con

su objetivo y no se diluyan en proyectos aislados y sin comunicación con los sectores sociales y técnicos que pueden actuar sobre el desarrollo de los temas propuestos.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Modelos de explotación existentes y proposición de modelos alternativos más racionales de los recursos siguientes:
 - a) Bosques maderables.
 - b) Praderas artificiales en diferentes ecosistemas.
 - c) Aguas superficiales y subterráneas para irrigación.
 - d) Especies marinas para el mercado de exportación.
 - e) Especies silvestres con alto valor económico en ecosistemas frágiles: barbasco, jojoba, guayule, gobernadora, etcétera.
 - f) Lagos y lagunas costeras con alta utilización.

6.1.8 Agricultura y sociedad

Objetivo

- Conocer la interacción entre la producción agrícola, como proceso específico de transformación de la naturaleza, y la sociedad mexicana y su desarrollo. Identificar límites y potencialidades de la actividad agrícola.

Justificación

La existencia de la llamada crisis agrícola, evidente desde 1945, que se manifiesta en un crecimiento más bajo de la producción agrícola respecto al crecimiento de la población y que ha originado una dependencia externa creciente en los alimentos básicos, ha sido reconocida como uno de los problemas nacionales de mayor importancia. Pese a ese reconocimiento no se han podido superar los factores causales de esa situación e incluso podría decirse que en algunos casos ni siquiera se han identificado.

En ese contexto, el análisis de los diversos componentes de la producción puede convertirse en un elemento central para el análisis y propuestas de alternativas.

No se dispone de un trabajo de estas características en la actualidad. La obra más cercana, aunque con un enfoque limitado a los factores socioeconómicos convencionales y con exclusión de los problemas técnicos y naturales, se puede decir que es Estructura Agraria y Desarrollo Agrícola de México, elaborada por un equipo bajo la dirección de Sergio Reyes Osorio. Aunque la obra mencionada no contempla en su análisis la crisis agrícola ya que utiliza datos censales de 1960, sigue desempeñando un papel de importancia en el diagnóstico de los problemas contemporáneos, en virtud de la carencia de un estudio más completo y

actualizado de la problemática global de la producción agrícola. Conviene señalar que en muchos países este tipo de síntesis se realizan periódicamente y que algunas de ellas, como el estudio "Agricultural Production Efficiency" elaborado por la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de Norteamérica, tuvieron influencia decisiva en la reelaboración de las políticas agrícolas y de investigación frente a la crisis en 1972. Por otra parte, la acumulación de investigaciones básicas aunque puntuales y limitadas sobre diversos aspectos de la producción agrícola, permiten contar con la información necesaria y con personal capacitado para intentar este esfuerzo de síntesis.

Diagnóstico

En muchos centros de investigación e instituciones públicas se realizan investigaciones sobre la agricultura. Pese a esta relativa abundancia, si se compara con otros campos, no existe una instancia de reflexión global en que se agreguen y ordenen los conocimientos producidos de manera parcial y desarticulada.

El logro de los objetivos propuestos podría influir en un conjunto muy amplio de instituciones y de investigadores, así como en amplios sectores de opinión pública, y podría permitir la coordinación de esfuerzos y recursos hoy dispersos.

Como ya se mencionó, existe una gran acumulación de información básica desarticulada y dispersa sobre la agricultura en México. Mucho más escasos son los trabajos que pretenden esclarecer la interacción entre la agricultura y el conjunto de la sociedad y su desarrollo. La dispersión, las lagunas en el conocimiento y la falta de integración entre diversas disciplinas, contribuye para que la problemática agrícola se debata con frecuencia atendiendo a planteamientos parciales o superados. Las limitaciones y potencialidades del desarrollo agrícola que el país requiere, no pueden ni deben debatirse sólo a partir de bases ideológicas o programáticas, sino que requieren necesariamente de conocimiento sistematizado.

Entorno significativo

Mismas consideraciones que en el objeto focal precedente.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico sobre

1. Uso de la tierra. Tierra cultivada, cultivable, irrigada y regable, frontera agrícola convencional y con nuevas tecnologías.
2. Estructura de la producción. Plantas cultivadas y cambios en la estructura, usos y destinos de las plantas, precios y redituabilidad de cultivos, cultivos nuevos.
3. Sistemas técnicos. Agroecosistemas, limitaciones y potencialidades, transformaciones, formación de capital en el campo, escala de la unidad de producción.
4. Productores. Tipología, tenencia de la tierra, producción y productividad, uso de los recursos.

5. Empleo en la agricultura. Formas de trabajo y su remuneración, migración laboral, productividad y sistemas técnicos, condiciones de vida.
6. Demanda de la sociedad nacional sobre la agricultura. Consumo aparente e importaciones, exportaciones agrícolas, sistema de transformación y abasto, condiciones del intercambio, precios de garantía.
7. Oferta de la sociedad nacional. Inversión pública y privada, orientación, magnitud, eficiencia; crédito agrícola; insumos agrícolas, investigación y extensión agrícola; dependencia externa.
8. Vida rural y su inserción en la nación. Niveles de vida y de bienestar (servicios); formas de organización rurales; culturas regionales y étnicas; centralización.

6.1.9 Historia de la ciencia y de la técnica en México

Objetivo

- Conocer el desarrollo histórico de la investigación científica y de la técnica en México, con especial atención a su contexto cultural:

Justificación

En cierto momento, este objeto focal puede tener algún punto de contacto con otro sobre “naturaleza y sociedad tradicional”, que se propone investigar los conocimientos que ciertos grupos conservan acerca de su entorno natural y de las técnicas para explotar sus recursos. Pero la investigación histórica que aquí se propone tiene una perspectiva diferente: se trata de reconstruir una trayectoria —al menos algunos tramos de una trayectoria— desde nuestros orígenes prehispánicos hasta los días presentes en las diversas líneas de la investigación y de sus aplicaciones técnicas. Y la atención especial al contexto cultural de la investigación y de las innovaciones tiene el sentido de una explicación de conocimientos básicos, sobre las condiciones sociales del desarrollo de la ciencia y de las posibilidades de aplicación de sus hallazgos.

Aunque las líneas de la investigación que se propone pudieran diversificarse tanto como las técnicas y las disciplinas científicas, la naturaleza de la tarea no perderá su carácter interdisciplinario. Historia de la biología o de la química; historia de la agricultura o de la explotación de minerales, pueden constituir líneas de investigación separadas pero el sector atendido no puede cortarse de sus relaciones con los colindantes y con un contexto más amplio de otros conocimientos y de sus aplicaciones. En primer lugar, la tarea requiere de los instrumentos de la investigación histórica y, a la vez, de las capacidades para identificar la estructura de una teoría científica, el valor epistemológico de un hallazgo aislado y el peso de ambos en la historia universal de la ciencia. En segundo lugar, es indispensable considerar las condiciones sociales y culturales que hacen posible la investigación tecnológica y la aplicación de los conocimientos —y, por supuesto, las condiciones que las impiden—. Y consecuentemente con esta visión global del desarrollo de los conocimientos, el programa no excluye —aunque pueda señalar prioridades—,

el estudio histórico de las disciplinas básicas, por generales o abstractas que pudieran parecer, como pudiera ser el caso de la filosofía y de los ideales morales de un grupo, elementos imprescindibles de cualquier contexto cultural. Lo que tiene que quedar excluido, en cambio, de los proyectos que han de apoyarse, es aquellos que prescindan de la investigación histórica y de los conocimientos fundados, y se conformen con datos imprecisos para ilustrar interpretaciones generales.

Como la investigación de las sociedades tradicionales, la historia de la ciencia y la tecnología en México, podría revelar la importancia de algunos conocimientos rescatables; por ejemplo, técnicas de la construcción en pequeña escala o de la fabricación de medicamentos, alguna vez abandonadas ante el empleo indiscriminado de los productos de la industria internacional. Pero la importancia de la investigación que se propone va más allá de estas posibilidades hipotéticas. El conocimiento de nuestro pasado, valioso en sí mismo, parecería no requerir de ulterior justificación, sobre todo cuando se trata de alguna de sus porciones menos exploradas por los historiadores, como es la de las ideas científicas. Sin embargo, cabe añadir la importancia práctica de su función educativa; la mayor parte de nuestras escuelas profesionales de ramas científicas o técnicas —en general no acontece lo mismo con las de humanidades—, carecen de cátedras que expliquen a los alumnos la historia de la disciplina que estudian. En algunos casos, el carácter notable de esta ausencia queda marcado, además, por la imposibilidad de suponer que la historia mexicana pudiera ser inferior en algún sentido importante, a la de otros países, por ejemplo, en la historia de la agricultura o aun de la minería. La consecuencia de estos huecos en la formación de los profesionales se proyecta después sobre la conciencia pública y sobre los responsables de las decisiones en materia de desarrollo científico y tecnológico, que pueden imaginar la posibilidad de resolver problemas sin recurrir a la importación y al préstamo cultural.

Un programa de investigación de la historia de la ciencia y de la tecnología en México, planteado con el objeto de generar publicaciones importantes en un plazo de cuatro o cinco años, podría influir sobre la conciencia pública en el sentido de propiciar actitudes favorables al fomento de la investigación; podría contribuir a acercar a los jóvenes a estas tareas que entre nosotros carecen de prestigio social; y permitirá una reflexión a fondo sobre la tradición científica mexicana, que no parece haber mantenido en todas las épocas un retraso igual en relación con la marcha de la ciencia y de la técnica en los países avanzados.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

El señalamiento de prioridades en ciertas líneas de la investigación en este programa tiene que hacerse a partir del conocimiento de las personas y los grupos que pueden llevar a cabo las tareas. Hay épocas más conocidas, tal vez la prehispánica y la colonial; hay también materias más exploradas, por ejemplo la medicina, la astronomía y las ideas filosóficas. Es natural que en tales campos sea posible encontrar más fácilmente personas y grupos calificados. Pero en otros campos, el programa tiene que reorientarse y poner en el primer plano de las prioridades la formación de investigadores.

6.1.10 Adecuación entre la educación media y superior y el mercado de trabajo

Objetivos

- Analizar el contenido educativo de los niveles medio y superior con el fin de obtener un panorama general del tipo de formación que ese sistema ofrece y su vinculación con el sector productivo de bienes y servicios. Conocer desde una perspectiva comparada los distintos tipos de formación que se ofrecen en las diversas alternativas de cada nivel.
- Conocer las expectativas de aquellos que ingresan a estos niveles del sistema educativo, a fin de obtener datos relevantes para la planeación educacional media y superior.

Justificación

Para lograr los objetivos mencionados es necesario conocer el impacto real de la educación en el mercado de trabajo. Hasta qué punto la escolaridad adquirida guarda relación, entre otras cosas, con la inserción diferencial en el mercado del empleo; evaluar también hasta qué punto esta escolaridad y el aprendizaje que supone, otorga un tipo de formación acorde con las necesidades (demandas) del mercado de trabajo. Esto llevará a la evaluación de la educación actual y la deseable entre estas dos instancias de la realidad nacional.

En términos más concretos se podría, a partir de lo anterior, planificar un sistema educacional más acorde con el desarrollo del país que, en cierta medida, se ve reflejado en un mercado de trabajo determinado.

El sistema educacional y el mercado de trabajo no son instancias homogéneas. De hecho existen diferencias significativas si se considera el país dividido en regiones. Por tanto, es imprescindible contar con la información regional que permita conocer, de manera más sistemática, la relación entre ellos.

En términos generales, el mercado de trabajo puede clasificarse en un sector formal o moderno y otro informal o tradicional. Cabe señalar que hay diferencias importantes al interior de cada uno de ellos. Esto plantea el problema de conocer cómo el sistema educativo se articula con estos dos sectores.

En otras palabras, hacia dónde se orienta el sistema educativo y en qué sector se encuentran los egresados de aquél. Importa conocer y generar la información correspondiente sobre la contribución de la educación a la productividad del trabajo, tanto en el sector formal como en el informal, así como el papel que tiene la educación como vehículo de movilidad social.

El estudio de este objeto focal permitirá eventualmente no sólo una planeación más estructurada del sistema educacional y su relación con el mercado de trabajo, sino también limitará, en el mediano plazo, la importación de recursos humanos que el desarrollo del país exige.

Diagnóstico

Durante los años setenta el Estado Mexicano formuló una serie de políticas tendientes a la reorganización del sistema educativo en sus niveles

medio y superior. Entre los objetivos buscados, destacan, i) la reorientación de la demanda por educación superior; ii) la formación de profesionales de nivel medio y iii) la independencia científica y tecnológica.

Dentro de este conjunto de políticas puede destacarse el acelerado crecimiento de la matrícula del nivel medio superior terminal, a partir de 1980, fundamentalmente desde la creación del Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica.

Parte también de estas políticas es el Plan Nacional de Educación Superior, que incluye como uno de sus supuestos básicos la disminución relativa del crecimiento de la demanda por este tipo de educación, vía el crecimiento de la educación terminal en el nivel medio.

Asimismo, las diversas perspectivas generadas por la Secretaría de Educación Pública, postulan el crecimiento de la matrícula de la educación media terminal y la estabilización del mismo en el nivel superior.

Sin embargo, no se conocen hasta ahora los efectos que tienen este tipo de políticas sobre el mercado de trabajo y la vinculación efectiva de la formación que otorga en estas modalidades educativas con las necesidades actuales y previsibles en el sector productivo.

Entorno significativo

Será indispensable la colaboración de las instancias de decisión en el sistema educativo con el fin de obtener, en primer término, la información disponible así como generar la que sea pertinente. Por otro lado, se requerirá una más estrecha vinculación entre los resultados de investigación y la formulación de políticas educativas tendientes a la adecuación entre educación media y superior y sistema productivo de bienes y servicios nacionalmente necesarios.

En estrecha vinculación con el objeto focal, referido a la educación formal, se encontraría el conocimiento del sector de educación no escolarizado para el trabajo (capacitación), ámbito al que se extiende la competencia educativa del Estado y sobre el que habría que realizar estudios paralelos y acciones congruentes con la política educativa escolarizada.

El éxito de cualquiera de las líneas de investigación propuestas depende, en gran medida, de una coordinación adecuada entre las distintas instituciones que hacen investigación sobre estos temas. Sería, por tanto, deseable empezar a conformar un sistema de información sobre el objeto focal así como una evaluación de la información disponible.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Estudios sobre las relaciones entre escolaridad, empleo e ingresos, con especial atención a las diferencias en distintas regiones del país y para los diversos sectores del mercado de trabajo.
2. Estudio de las relaciones entre educación y productividad, para los distintos sectores del trabajo. Se incluirán programas de investigación sobre las contribuciones de la educación al autoempleo.
3. Estudios sobre la definición de puestos de trabajo, con especial referencia al problema de definición de puestos intermedios de carácter técnico.

4. Vinculación del problema anterior con el análisis de la formación de cuadros medios en el aparato educativo.
5. Estudio comparativo de las distintas opciones curriculares del sistema educativo del nivel medio superior. Tipo de formación que ofrecen, atención a la demanda y población escolar.
6. Estudio sobre la articulación entre las distintas opciones del nivel medio superior y de éstas con la educación superior.
7. Estudio prospectivo del mercado de trabajo, considerando fundamentalmente las necesidades de formación en el marco de ramas de actividad económica estratégicas y seleccionadas.

6.1.11 Estudios para el etnodesarrollo

Objetivos

- Obtener una visión comparativa de las condiciones que presentan 70 grupos indígenas en términos de capacidad para el etnodesarrollo.
- En referencia a cada grupo, además de la información general que se emplea en el punto anterior, obtener la información detallada que se requiera para los futuros proyectos específicos de desarrollo que cada grupo decida emprender.

Justificación

El Plan Nacional de Desarrollo prevé, en los capítulos de “Educación cultura, recreación y deporte” y “Desarrollo rural integral”, el respeto a las diversas culturas étnicas del país y la necesidad de una mayor participación de las comunidades en la definición y puesta en marcha de sus propios procesos de desarrollo. Al combinarse ambos proyectos se conforma una modalidad del desarrollo que internacionalmente se ha convenido en llamar etnodesarrollo, en la cual cada grupo étnico debe poder definir sus propósitos históricos, fijar sus metas y controlar los proyectos encaminados a alcanzarlas, apoyándose para ello en los contenidos y potencialidades de su propia cultura y contando con los apoyos necesarios por parte del resto de la sociedad nacional. Es decir, la etnicidad (conciencia y condición de pertenencia a un grupo étnicamente diferenciado), con toda su carga de peculiaridades culturales, se asume como una dimensión fundamental en los programas de desarrollo; pero no como un obstáculo sino como el recurso central para la planeación e instrumentación del propio desarrollo.

El impulso a los programas de etnodesarrollo tropieza actualmente con múltiples dificultades. Una de las principales es el desconocimiento de las condiciones que presentan los diversos grupos indígenas del país y que facilitan u obstaculizan el “despegue” de su desarrollo. Cuentan para ello cuestiones tales como demografía, recursos naturales, producción, formas de organización social, ideología, identidad, historia. En consecuencia, es urgente impulsar la investigación dentro de esta perspectiva, con un doble propósito: a) dotar a las instancias responsables

de la información necesaria para planear e instrumentar los proyectos que impulsan al etnodesarrollo, y b) facilitar a los propios grupos indígenas la adquisición de los conocimientos sistemáticos que les permitan valorar los recursos, las posibilidades y los problemas que les plantea el etnodesarrollo, en cuyo proceso desempeña el papel central e indispensable su participación. Estos problemas de investigación constituyen el objeto focal de este programa.

Los estudios para el etnodesarrollo son, por definición, regionales y tienden precisamente a impulsar la descentralización; buscan ofrecer soluciones a los problemas económicos y sociales del país; procuran incrementar la autodeterminación, porque su objetivo es apoyar procesos autogestionados en los que están involucrados aspectos científicos y tecnológicos, y, por supuesto, buscan una vinculación directa entre los conocimientos científicos que aporten y las instancias de toma de decisiones y fijación de políticas.

El desconocimiento de estos asuntos es tal que ni siquiera existe acuerdo sobre el número de grupos indígenas que hay en el país. Más aún, ni los lingüistas han llegado a un consenso sobre el número de lenguas que existen, que es sólo uno de los criterios a tomar en cuenta y las cifras que manejan varían desde poco más de 50 hasta más de 200, debido al uso de criterios diversos para distinguir lo que serían variantes dialectales de una misma lengua, o lenguas diferentes. Sin proponer, en consecuencia, una cifra definitiva, podría considerarse que se requieren estudios para el etnodesarrollo de unos 70 grupos indígenas, y debería proponerse como meta para 1988 haber cubierto ese universo en el nivel mínimo indispensable para lograr los objetivos propuestos.

Dichos objetivos permitirán, a mediano plazo, disponer de un sistema de información básica para la formulación de políticas de etnodesarrollo, que deberá mantenerse actualizado en el futuro. Igualmente pondrán al alcance de las instancias responsables, y entre ellas las propias comunidades étnicas, los datos necesarios para la puesta en marcha de los primeros proyectos de etnodesarrollo y para su seguimiento y evaluación. En otras palabras: se sientan las bases de conocimiento indispensables para el desarrollo de los pueblos indígenas. Como un resultado adicional, la participación de investigadores en los proyectos comprendidos dentro de este objeto focal permitirá la formación de los primeros especialistas que requiere el país en este tipo de problemas. Los resultados del etnodesarrollo, que constituyen la aplicación última de estas investigaciones, afectarán positivamente en la capacidad productiva de los grupos indígenas y en la calidad de su vida.

Diagnóstico

Hay una larga tradición nacional e internacional de estudios sobre los pueblos indígenas de México, que ha producido una bibliografía relativamente abundante sobre etnografía, antropología social, historia y otros aspectos de la realidad indígena. La información es desigual: hay grupos que han sido estudiados intensivamente en ciertos momentos y otros de los que apenas hay referencias superficiales; la calidad de las investigaciones también es desigual y hace difícil el análisis comparativo. Toda

la información existente podrá aprovecharse en las investigaciones para el etnodesarrollo, pero en ningún caso ni a ningún nivel resulta suficiente, por dos razones principales: en general, no está actualizada y, cuando lo está, no es completa para los fines del etnodesarrollo porque fue obtenida en función de propósitos diferentes. En segundo lugar, la información está muy dispersa y las bibliotecas y archivos especializados presentan grandes lagunas y serias deficiencias de organización documental.

Entorno significativo

En la formulación e instrumentación de políticas para el etnodesarrollo participan diversos sectores de la administración pública; es de suponer que todos requerirán el tipo de información que incluye el objeto focal y que algunos de ellos participarán en el financiamiento de las investigaciones. El Instituto Nacional Indigenista cuenta con una infraestructura y recursos que pueden aplicarse a la investigación. Algunos centros de investigación han iniciado ya investigaciones en torno a los problemas del etnodesarrollo. Por otra parte, se cuenta con cuadros indígenas capacitados a diferentes niveles y en distintas especialidades, que podrían participar en diversas fases de los proyectos (28 mil maestros del sistema de educación indígena; 250 promotores culturales; 53 licenciados en etnolingüística, por mencionar sólo grupos especialmente capacitados que laboran en la SEP).

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Recopilación de los datos básicos para el etnodesarrollo referidos a los 70 grupos y con posibilidades de análisis comparativo.
2. Estudios puntuales necesarios para los proyectos de desarrollo que plantee cada grupo étnico.
3. Seminarios de capacitación y simposios para discutir el avance de los estudios.

6.1.12 Población y sociedad

Objetivo

- Desagregar los componentes de la dinámica demográfica y la distribución espacial de la población y profundizar en las causas que la están provocando.

Justificación

La investigación sobre las causas que han y están provocando todavía una dinámica demográfica acelerada en nuestra sociedad, así como sus efectos futuros en las condiciones de bienestar individual, familiar y colectivo, son de alta prioridad en la investigación de las ciencias sociales. De la misma forma, conocer la relación que existe entre la población, los recursos naturales y la actividad económica, que actualmente

se encuentran en desequilibrio, es otro tema prioritario de investigación para nuestro país.

Actualmente la distribución espacial de la población en nuestro territorio se conforma en un marco dicotómico: en un extremo, unas pocas áreas metropolitanas hacia donde se dirige la mayor parte de los migrantes, especialmente de origen rural y, en el otro extremo, una gran dispersión de población campesina con más de 85 mil localidades menores de 1 000 habitantes. La migración interna es uno de los factores que históricamente ha causado el alto crecimiento de la población urbana, especialmente de las áreas metropolitanas. El conocimiento de estos fenómenos coadyuvará a la corrección y a la obtención de nuevos perfiles futuros de los asentamientos humanos en el país. Los movimientos migratorios internos, tanto los nacionales que emigran hacia otros países, principalmente a Estados Unidos, como de inmigrantes provenientes especialmente de la región central y del sur de América Latina, requieren atención en la investigación sociodemográfica.

En cuanto a la dinámica demográfica, sus componentes ya conocidos son la fecundidad y la mortalidad. A mediano plazo se alcanzará un conocimiento mayor de la relación entre la estructura social y el comportamiento de la fecundidad. En este sentido se propone dar prioridad, en estos cinco años, al conocimiento de la organización familiar campesina y al tamaño de la familia. De la misma forma, avanzar más en la investigación sobre fecundidad y estructura social a nivel regional o aun por entidades federativas, por lo que se propone tener como meta que para 1988 se cuente con la cobertura de investigación para las 31 entidades federativas y el Distrito Federal. Igualmente de la mortalidad por grupos sociales y de la mortalidad en cada una de las entidades federativas. En cuanto a la distribución espacial de la población, se investigará la migración y sus causas estructurales.

La investigación sobre población ha tenido diversas etapas durante los últimos 20 años. Si bien en un principio era necesario cuantificar los fenómenos demográficos con objeto de medir y ver su impacto en el desarrollo y bienestar de nuestra sociedad, actualmente se requiere de un mayor avance en el conocimiento integral de lo demográfico, lo social, lo económico y lo cultural.

La política de población, de reciente inicio en nuestro país, requiere de un mayor conocimiento de dichas interrelaciones con el objeto de adecuar el crecimiento, la estructura demográfica y la distribución geográfica de los habitantes al potencial de sus recursos naturales y también con el objeto de una mejor organización social.

Diagnóstico

La población de México para 1980 era cercana a los setenta millones de habitantes. Durante los últimos 20 años pasados esta población se duplicó, debido a la permanencia de altas tasas de fecundidad y una disminución de la mortalidad. El futuro que se prevé es que para fin de siglo México tenga entre 100 y 110 millones de habitantes. Si esto sucede, se deberá a la reducción de las tasas de fecundidad prevalecientes. La heterogeneidad del comportamiento de la fecundidad requiere conocer las causas que diferencian a los grupos sociales.

Los problemas actuales de la ciudad de México y los que se pueden imaginar con una aglomeración de 25 millones hacia finales de siglo, prevén que se intensificarán los fenómenos de orden social, económicos, ecológicos, que ya con el retraso en su conocimiento y en la forma de darles solución, o al menos atenuación, resultan cada vez más complejos.

Las costas, que son zonas económicas naturales privilegiadas, no han sido del todo aprovechadas; demográficamente son regiones que pueden convertirse para una mejor distribución espacial de la población. La investigación en estas áreas territoriales no ha sido sistemática y sus diagnósticos, incipientes, indican la prioridad que tienen en la investigación.

El conocimiento en México de estos fenómenos poblacionales es insuficiente, como para poder avanzar en materia de política poblacional con una mayor solidez, especialmente en lo que se refiere a la migración internacional y, en particular a aquella proveniente de Centroamérica, de reciente aparición en nuestro país.

Entorno significativo

El futuro inmediato de la investigación en población debe estar apoyado por otras disciplinas de las ciencias sociales. Difícilmente sólo con la demografía, que es fundamental en la cuantificación del fenómeno, se puede avanzar en la explicación del mismo.

Se requiere avanzar más en la interdisciplinariedad que incluya la economía, sociología, antropología, ecología, entre otras muchas áreas del conocimiento. Promover y fortalecer grupos interdisciplinarios de investigación en población es una necesidad inaplazable. En la actualidad no hay más allá de 4 o 5 instituciones de reconocida calidad que estén promoviendo esta integración en la investigación: UNAM, El Colegio de México, Universidad de Guadalajara, Universidad Autónoma de Nuevo León, insuficientes para un país del tamaño del nuestro.

El establecer grupos interdisciplinarios con el Instituto de Servicios Estadísticos, Geografía e Informática, UNAM, UAM, El Colegio de México y otras instituciones de provincia para formular programas de explotación de la información de encuestas sería altamente benéfico.

Como en muchas áreas del quehacer científico, los recursos humanos en la investigación son insuficientes. México solamente cuenta con una maestría en aspectos sociodemográficos y esta ha sido otra de las grandes limitantes para el avance de la investigación en población.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Investigaciones sobre fecundidad, tomando como base la organización familiar; comportamiento de la fecundidad en relación con la estructura social; fecundidad a nivel de entidad federativa.
2. Estudios de la mortalidad según la estructura social; causas de la mortalidad general e infantil y su relación con el medio familiar y ambiental; mortalidad general e infantil por entidad federativa.
3. Investigación sobre las corrientes migratorias cuyo destino final son las áreas metropolitanas de la ciudad de México, Monterrey y Guadalajara y algunas ciudades fronterizas.

-
4. Investigación sobre el lugar de origen y de destino de las corrientes migratorias secundarias e incipientes.
 5. Investigación sobre migración y organización familiar.
 6. Investigación sobre los aspectos psicosociales en la decisión de migrar.
 7. Migración y mercados de trabajo regionales.
 8. Estudios de orden cuantitativo para conocer el número de trabajadores documentados o no, que van a Estados Unidos y aquellos que desean establecer allí su residencia habitual.
 9. Investigación sobre los elementos formales e informales que intervienen, a nivel individual o local, para decidir emigrar hacia el país del norte.
 10. Investigaciones para conocer la situación en que se desarrolla el trabajo y la vida de los migrantes en las zonas del sur de los Estados Unidos.
 11. Estudios sobre la migración centroamericana hacia México.

6.2 Investigación sobre nutrición y salud

6.2.1 Condicionantes de las enfermedades infecciosas parasitarias del aparato digestivo

Objetivos

- Conocer la participación de los agentes etiológicos en los cuadros diarreicos en función de: sexo, edad, estado nutricional, nivel socio-económico, área geográfica y patología agregada.
- Desarrollar tecnología sencilla, rápida, sensible y específica para el diagnóstico etiológico de las diarreas. Su disponibilidad debe alcanzar el nivel de la atención médica primaria.
- Estudiar los mecanismos patogénicos de los microbios involucrados en las diarreas. Entre los más urgentes de esclarecer se encuentran los Rotavirus, *Campylobacter* sp. y *Giardia lamblia*.
- Conocer los sistemas defensivos que participan en el control y curación de las agresiones por microbios enteropatógenos.
- Investigar los factores condicionantes del estado de portador crónico y convaleciente y las relaciones entre el estado de portador y transmisión de la infección en la comunidad o en el núcleo familiar.
- Ensayar medicamentos antimicrobianos, antisepticos, soluciones hidratantes, antiinflamatorios y antiparasitarios. Los estudios deben ser controlados con grupos testigo y bajo el sistema de ciego doble.
- Desarrollar y perfeccionar técnicas epidemiológicas que puedan servir en el estudio de los mecanismos de transmisión de las diarreas.
- Estudiar los mecanismos de resistencia antimicrobiana de la flora intestinal y la vigilancia continuada de las condiciones prevalecientes en lugar y tiempo.
- Desarrollar vacunas útiles contra todos los microbios enteropatógenos. Actualmente no hay ninguna inmunización satisfactoria para las diarreas de etiología bacteriana, viral o parasitaria.
- Esclarecer la protección que puede conferir la leche materna en la génesis de las diarreas.
- Establecer la hidratación bucal como medida inicial para el manejo de la deshidratación en las diarreas, particularmente en lactantes y preescolares.
- Estudiar los factores sociales que facilitan la transmisión de la flora enteropatógena, independientes del saneamiento ambiental y el aprovisionamiento de agua potable.

Justificación

Al menos de los resultados previsibles como consecuencia de la puesta

en marcha de los programas mencionados serían:

- Reducción en la mortalidad por diarreas de más de 50 por ciento en el grupo de lactantes y preescolares mediante la hidratación bucal. La operación del sistema simplifica la tecnología de hidratación, disminuye los costos del manejo y hace posible atender los casos de deshidratación en todos los niveles de atención médica.
- Diagnóstico oportuno y más específico de los agentes causales de la enteritis. La simplificación tecnológica del diagnóstico permitiría el empleo en mayor escala y la posibilidad de realización por personal auxiliar médico o de enfermería.
- Utilización óptima de los recursos terapéuticos disponibles con la consiguiente reducción en los efectos indeseables de medicamentos de uso común en las diarreas. La disminución en el empleo de antimicrobianos redundaría en menor presión selectiva sobre los microbios de la flora y se retardaría la aparición de cepas multirresistentes a los antibióticos y quimioterápicos.
- Conocimiento de los mecanismos de transmisión de los gérmenes enteropatógenos para permitir un mejor control de la transmisión infectante. En el caso de los rotavirus no se ha demostrado satisfactoriamente si la vía bucal es la única ruta de contagio.
- Participación de la comunidad en la campaña contra la diarrea, pues sin ella las otras medidas profilácticas son poco eficaces. En el caso de la fiebre tifoidea el aprovisionamiento de agua potable no es suficiente si la educación médica de la población en riesgo es insuficiente para poner en práctica las medidas higiénicas elementales.
- Ensayos controlados de la medicación antidiarreica podrán esclarecer el valor real y, tal como ha ocurrido en muchos otros casos, es probable que desaparezcan por ineficaces muchos de los medicamentos actuales en uso.

En el desarrollo de vacunas eficaces no se considera un elemento decisivo en algunas enterobacterias como las shigelas o los colibacilos en función de su gran variabilidad genética. En el caso de *S. typhi* se encuentra en fase de estudio de campo una vacuna con bacterias atenuadas que se administra por vía bucal y que ha resultado muy prometedora en los primeros ensayos. Para México, con una endemia importante de fiebre tifoidea y una proporción de casi uno por ciento de portadores entre los manejadores de alimentos, la implantación de una vacuna sin efectos indeseables sería de gran ventaja. En el caso de los rotavirus, la imposibilidad para cultivarlos ha sido una de las razones para retrasar el desarrollo de las vacunas. En la amibiasis, se encuentran adelantados los trabajos para probar el poder protector de inmunógenos protectores en modelos experimentales en animales susceptibles.

Diagnóstico

Las enfermedades infecciosas y parasitarias del aparato digestivo constituyen un problema de primer orden en la salud pública del país. Apare-

cen como causas primeras de la morbilidad y mortalidad desde 1922, fecha en que se inicia el registro confiable de las estadísticas vitales. Comparativamente la magnitud cuantitativa del problema puede colegirse por los informes de estudios de campo realizados en las repúblicas de Guatemala y Costa Rica, en los que se encontró que en niños menores de 5 años ocurren 3 episodios diarreicos por año. Con una población de 13 millones menores de 5 años, México debe tener por lo menos 35 millones de casos de diarrea en ese grupo etario.

La comparación con Estados Unidos es muy ilustrativa; en 1976 México informó de 51,235 defunciones por enteritis y diarreas contra 1,874 en los Estados Unidos en 1978. Si se contrastan las tasas ajustadas por edades en el grupo de lactantes y preescolares las cifras son de 361.7 por 100,000 habitantes en México y de 5.0 para Estados Unidos. En edades posteriores las tasas son de 11 para México y 0 para Estados Unidos. Se tienen diferencias similares en todas las edades.

La evolución del problema de las enteritis ha sido hacia el descenso en las tasas de mortalidad; sin embargo, la disminución no es sostenida y en ocasiones tiende a estabilizarse o a tener elevaciones de poca monta. La mortalidad por diarreas tiene una relación directa con la mortalidad infantil, con un coeficiente de correlación de 0.985.

Entorno significativo

México cuenta con una infraestructura tecnológica muy aceptable en el campo de la enteritis y diarreas. Existen estudios bacteriológicos, virológicos y parasitarios de muy buen nivel. Las referencias de trabajos mexicanos en la literatura internacional son frecuentes.

La coordinación de los grupos de investigación con interés en diarreas, según el modelo operado primero en amibiasis y después en cisticercosis, se plantea como un camino a seguir para obtener resultados óptimos.

Los programas dirigidos a promover investigaciones en vivienda, industria químico-farmacéutica, investigación de la naturaleza y sociedad nacionales, aportarán datos que hagan más fácil la tarea en el campo de las diarreas.

Se aumentará la eficiencia en el combate a esta clase de enfermedades si se coordinan los programas de la Dirección de Higiene Escolar de la SEP y de la Dirección de Educación para la Salud de la SSA.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Encuestas para conocer la etiología microbiana en diferentes áreas del país. La exploración debe dirigirse a la población pediátrica.
2. Exploración de enteropatógenos cuya existencia se ha probado en Estados Unidos (Texas), como *Vibrio cholerae*.
3. Vigilancia de la sensibilidad a los antimicrobianos de los microbios enteropatógenos más frecuentes.
4. Mecanismos fisiopatológicos en las diarreas.
5. Mecanismos defensivos locales y su eficacia profiláctica en modelos experimentales animales.

6. Estudios que aclaren el papel de la leche materna en la susceptibilidad a las diarreas infecciosas.
7. Desarrollo de inmunógenos, previo conocimiento de los antígenos importantes, en la enfermedad natural.
8. Equipos diagnósticos para empleo en el nivel de la atención médica primaria.
9. Encuestas serológicas que informen sobre el grado de exposición, edad de los primeros contactos y clase de microbios enteropatógenos que están en circulación en el área y población exploradas.
10. Ensayos controlados para evaluar la medicación con efectos promisorios en los modelos experimentales animales, como drogas con actividad anti-secretoria.

6.2.2 Determinantes de la calidad de la alimentación y de la nutrición en México

Objetivos

- Conocer los factores que determinan la calidad de la alimentación y de la nutrición de la población mexicana, así como de la efectividad de las medidas para detectarlos y modificarlos.
- Establecer con precisión las tasas actuales de defectos nutricios en las distintas regiones de la República Mexicana.
- Identificar y establecer la importancia relativa de las variables genéticas, fisiológicas, patológicas, sanitarias, socioeconómicas, culturales y geográficas que determinan el estado nutricional individual y colectivo.
- Obtener la información mínima indispensable para el establecimiento de sistemas de detección, vigilancia y corrección de los trastornos nutricios.
- Desarrollar y evaluar la metodología para los programas de intervención dirigidos a mejorar la alimentación y la nutrición y a la prevención, alivio, corrección y rehabilitación de los principales trastornos nutricios de la población.

Justificación

La nutrición correcta es requisito indispensable para la salud. Desafortunadamente, la nutrición de la mayoría de los seres humanos (70 a 80 por ciento de la población) tanto de México como del mundo en general, se aleja en mayor o menor grado de lo deseable ya sea por deficiencias o por excesos en la alimentación.

La prevención y la resolución de los trastornos de la nutrición es particularmente difícil porque están ligados a una necesidad básica y cotidiana cuya satisfacción depende de un conjunto amplio y complejo de factores interactuantes situados virtualmente en cada aspecto de la vida y de la actividad humana.

Existe en México una brillante y antigua tradición de investigación acerca de este problema; las instituciones y los investigadores que lo han estudiado han realizado contribuciones importantes a la ciencia que son reconocidas internacionalmente.

A pesar de esta tradición existen múltiples vacíos de información,

atribuibles a la magnitud del campo, que es preciso llenar. Es urgente alcanzar los objetivos referidos. Si bien el esfuerzo realizado para cuantificar y ubicar las zonas donde existe desnutrición ha sido enorme, se carece del detalle suficiente y en lo que se refiere a la obesidad la información es muy vaga. Sin estos datos difícilmente pueden iniciarse programas efectivos como los que se propone realizar el Programa Nacional de Alimentación. También urge conocer cuáles de entre los numerosos factores que generan la desnutrición y los excesos alimentarios tienen mayor peso y cómo operan. Se conocen ya muchos de ellos, pero se desconocen otros.

Por otra parte, el establecimiento de programas de intervención —educativos, de tecnología alimentaria, de subsidios, etcétera— precisan de información colateral y del desarrollo metodológico.

De lograrse las metas propuestas se eliminarán los obstáculos más importantes para la planeación de programas que pueden elevar la calidad de vida de la población mexicana, hoy tan insatisfactoria para amplios sectores. El logro del conocimiento referido contribuirá a ampliar el acervo científico universal ya que la mayor parte de las naciones enfrentan problemas muy semejantes a los de México. Los conocimientos sobre la alimentación y los alimentos tienen importancia económica, social, estratégica y política y están relacionados con muchas otras disciplinas además de la biología y de la medicina.

Diagnóstico

Se ha avanzado notablemente en términos absolutos, pero muy poco en relación a las necesidades más fundamentales. Es preciso fortalecer las instituciones y grupos de investigación que existen actualmente tanto en recursos humanos como materiales y valorar la conveniencia de multiplicar dichos centros.

Entorno significativo

Posiblemente los factores que más influyen sobre el objeto focal son el escaso apoyo otorgado a la investigación y la escasez de recursos humanos para la misma. Ambas limitantes deben juzgarse en relación a la complejidad del problema y a su entrelazamiento con la mayor parte de las actividades de la vida nacional. La producción, manejo y consumo de los alimentos representa gran parte de la actividad económica del país y afecta la seguridad nacional y la estabilidad social. La insatisfacción nutricia de la mayor parte de los mexicanos compromete virtualmente todas las demás esferas del desarrollo del país.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico sobre

1. Requerimientos nutrimentales en diferentes condiciones genéticas, fisiológicas (crecimiento, embarazo, lactancia, senectud), patológicos (infecciones, parasitosis, mala absorción) climáticas y de actividad física en las circunstancias y con dieta local.
2. Digestibilidad en los nutrimentos con las dietas locales. Efecto de

- la fibra, calidad proteínica, parásitos, deficiencias de digestión y absorción, disponibilidad biológica del hierro.
3. Competencia inmunológica en el desnutrido.
 4. Gasto energético y termogénesis en el desnutrido y en el obeso.
 5. Cuantificación y ubicación de las principales deficiencias (energía, hierro, proteínas, bocio endémico).
 6. Nutrición y embarazo (desnutrición, obesidad, diabetes mellitus, reservas de energía en la madre).
 7. Nutrición y lactancia: aspectos biológicos, culturales y sociales en la elección del método de lactancia (al seno o con biberón).
 8. Nutrición y desarrollo físico e intelectual.
 9. Hábitos de ablactación y destete.
 10. Hábitos regionales de alimentación y alimentos.
 11. Regiones críticas (nivel municipal).
 12. Desarrollo de indicadores (dietéticos, antropométricos, bioquímicos y funcionales) para la detección y la vigilancia epidemiológica de la nutrición con criterios de costo, sensibilidad, especificidad y simplicidad.
 13. Implementación de sistemas de detección y vigilancia epidemiológica de la nutrición.
 14. Pérdidas de alimentos en los distintos eslabones de la cadena alimentaria: magnitud, mecanismo y prevención.
 15. Factores intrafamiliares que favorecen la desnutrición y la obesidad.
 16. Dietas y menús de bajo costo.
 17. Efectividad de programas de intervención.
 18. Métodos para la educación alimentaria.
 19. Desarrollo de métodos simples y baratos para la conservación de alimentos en el hogar o en la comunidad rural.
 20. Diseño y evaluación de técnicas para la transformación industrial de alimentos que eleven su calidad y vida de anaquel al menor costo agregado posible.
 21. Diseño y evaluación de productos de alto valor nutritivo y bajo costo, especialmente los destinados a la población infantil.
 22. Desarrollo de nuevos materiales de empaque.
 23. Estudios para adecuar la legislación alimentaria.
 24. Desarrollo de productos especiales para programas de beneficio social (enriquecimiento, extensión) o para enfermos.
 25. Sistemas de alimentación de animales que no compitan con la alimentación humana.
 26. Alimentos no tradicionales.

6.2.3 Conocimiento de los factores que influyen en el abuso del alcohol y de sus consecuencias en la salud y la vida social

Objetivos

- Conocer en términos cualitativos y cuantitativos, observables y medibles, el problema del abuso del alcohol y sus consecuencias en la salud y la vida social en México.
- Investigar las medidas preventivas, asistenciales, educativas y administrativas que garanticen la evaluación permanente del problema y de las acciones emprendidas.

Justificación

Los factores que influyen en este objeto focal se desconocen en buena parte. Las investigaciones al respecto son escasas, fragmentadas y de calidad variable.

Está bien documentado que el abuso del alcohol afecta la calidad de la vida individual, familiar y social, y de una manera más global a todo el sistema productivo. Hay evidencia de que el consumo excesivo del alcohol es un factor importante en las disrupciones familiares, los accidentes, los actos de violencia (homicidio y suicidio), la improductividad, las admisiones hospitalarias, e indirectamente una de las primeras causas de muerte en México.

El abuso del alcohol es un problema médico, por eso debe abordarse desde el punto de vista biológico, epidemiológico y psicológico; pero también es un problema social en el que los factores económicos, geográficos, culturales y demográficos deben tomarse en cuenta. Hay datos que sugieren que el problema es mayor en las zonas marginadas y aumenta gradualmente entre los jóvenes y las mujeres.

Diagnóstico

Aunque se carece de estadísticas exactas, se estima que en México hay aproximadamente 5 millones de alcohólicos. Sin embargo, el problema no se limita a los alcohólicos. En algunos estudios, la prevalencia de sujetos categorizados como "bebedores problema" oscila entre el 6 y el 20 por ciento según diversos autores y comunidades estudiadas. También se ha calculado que cerca del 30 por ciento de todos los enfermos que acudieron a un hospital de tercer nivel en la ciudad de México podrían ser alcohólicos. Muchos de ellos no lo sabían.

En términos generales, en nuestro país no hay un consumo adecuado de bebidas alcohólicas. La población desconoce, en gran parte, los efectos del alcohol a corto, mediano y largo plazos. Cuando el abuso se presenta se ignora cómo proceder, y es común que se solicite ayuda cuando el problema se encuentra ya en estados avanzados.

Los maestros, los médicos generales, los promotores sociales, los cuerpos de voluntariado y en general los líderes de las comunidades, carecen de la información adecuada para poder ejercer su influencia de manera más eficiente en relación al consumo del alcohol. Todos estos grupos de influencia deben tener acceso a una información veraz, sencilla y transmisible.

No es raro que algunos de los aspectos sobre el abuso del alcohol sean estudiados simultáneamente por diversos grupos. Sin embargo, esto no significa que existan estrategias interdisciplinarias y/o multidisciplinarias, lo cual sería deseable. Ocurre que más bien hay cierta duplicación. Cada quien quiere abordar el problema desde un punto de vista, con sus propios métodos e instrumentos, muchas veces sin que haya hipótesis claras y objetivos definidos. Es necesario marcar directrices, estandarizar criterios y métodos, y que los diversos estudios que se lleven a cabo sean complementarios. La coordinación de esfuerzos es fundamental para aumentar la probabilidad del éxito en la obtención de las metas.

Entorno significativo

El problema del abuso del alcohol es universal. Si bien es importante conocer sus características en México, también lo es compararlas con las de otros países. La Organización Mundial de la Salud y algunas agencias del Gobierno de los Estados Unidos de América han mostrado interés en colaborar para el estudio de este problema con algunas instituciones del Gobierno mexicano. Estas posibilidades, además de constituir fuentes parciales de financiamiento, permiten el intercambio de expertos y de conocimientos. La colaboración internacional se lleva a cabo en varios niveles y por medio de diversas dependencias. Por ejemplo, el Instituto Mexicano de Psiquiatría, que es centro colaborador de la Organización Mundial de la Salud para problemas de alcoholismo y farmacodependencia, tiene experiencia en estudios multinacionales, y puede ser el centro coordinador de varias de las líneas de investigación que se desarrollen.

Existen algunos estudios de laboratorio (detección de niveles de alcohol en la sangre en los servicios de urgencias de los hospitales, por ejemplo) que permiten hacer estimaciones indirectas y directas sobre la magnitud y frecuencia del problema que se pretende conocer. Es necesario capacitar personal técnico que pueda desarrollar estos métodos en México, con el fin de no seguir dependiendo de la importación de estuches. El desarrollo tecnológico es necesario para obtener los objetivos propuestos; tiene dos aspectos fundamentales: la formación de recursos humanos y la implementación de recursos físicos. La primera es relativamente sencilla si se cuenta con los fondos necesarios, ya que la tecnología necesaria para este tipo de proyectos (estudios de laboratorio, material audiovisual) no es en sí misma excesivamente sofisticada. Los recursos físicos (centros de información, equipos de computación) son costosos, pero puede aprovecharse la infraestructura existente y, en todo caso, implementar la básica de acuerdo a las necesidades de los protocolos que se aprueben.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico sobre

1. Epidemiología.
2. Influencia del alcohol en los accidentes de tránsito y del trabajo.
3. Incidencia del alcohol en los actos de violencia.
4. Detección temprana de sujetos en alto riesgo.
5. Medidas de prevención primaria: educación para la salud, acciones legales y fiscales.
6. Efectos del consumo excesivo de alcohol sobre las funciones cerebrales, metabólicas y cognitivas.
7. Medidas terapéuticas contra las consecuencias del consumo excesivo de alcohol.
8. Nuevos métodos de diagnóstico del alcoholismo.
9. Nuevos modelos de rehabilitación del enfermo alcohólico.
10. Respuestas de la comunidad al problema del alcohol.
11. Políticas nacionales de producción de bebidas alcohólicas.
12. Políticas nacionales de regulación de la publicidad de bebidas em-

briagantes.

13. Efectos de la publicidad sobre el consumo del alcohol.
14. El alcoholismo como problema nutricional.
15. Efectos de los diversos tipos de bebidas alcohólicas sobre la salud.

6.2.4 Fortalecimiento de la investigación médica básica

Objetivos

- Lograr la preservación de la actividad científica médica.
- Proporcionar los medios de trabajo indispensables para la investigación médica básica: reactivos, refacciones para equipo, revistas y libros especializados, intercambio académico, etcétera.
- Vincular las labores de investigación básica a las de investigación clínica y epidemiológica orientadas a la solución de problemas prioritarios de salud.

Justificación

La investigación médica básica comprende las labores destinadas a la generación de nuevos conocimientos sobre el funcionamiento normal y anormal del organismo humano en las áreas biológica, psicológica y social.

Los problemas que impidieron consolidar la investigación científica en el sector salud, durante los periodos recientes de estrechez económica, se agudizan hoy ante la severa restricción de recursos y la incertidumbre producida por la crisis económica. Este hecho es particularmente grave si se considera que las ciencias médicas son uno de los escasos sectores de la ciencia mexicana que había iniciado con éxito actividades independientes y productivas, con la elevación consiguiente de la calidad de los servicios profesionales que ofrecen a la sociedad.

A través de la investigación médica en México se ha buscado, y en ocasiones se ha encontrado, alternativas para el mejor conocimiento de problemas prioritarios de salud. El reto principal que ofrece la crisis económica actual a la ciencia médica es la preservación de su actividad como profesión viable. El gasto que implica no solamente sostener sino fortalecer la ciencia, es relativamente pequeño; su pérdida, en cambio, significaría un ahorro nimio y el sacrificio de cuatro décadas de esfuerzo. La investigación médica básica con solamente diez por ciento del presupuesto y personal dedicado a ciencia y tecnología es responsable de aproximadamente cuarenta por ciento de la producción científica del país.

Diagnóstico

Se espera que del apoyo a la investigación médica básica se deriven: a) conocimientos científicos con aportaciones originales; b) generación o adaptación de conocimientos para mejorar la calidad y aumentar la cobertura de la atención médica; c) continuación de la superación de la formación del personal médico y paramédico y d) la definición

de objetivos de desarrollo social sobre bases firmes.

Dadas las actuales circunstancias del país, el sistema de investigación médica establecido a lo largo de cuatro décadas de esfuerzos continuos corre el riesgo de desaparecer, de no tomarse medidas de emergencia adecuadas para consolidarlo.

Entorno significativo

El fortalecimiento de la investigación médica básica dependerá de la acción conjunta de diversas instituciones —como CONACYT— encargadas de facilitar y promover la investigación científica; establecimientos de educación superior e investigación —como la UNAM, la UAM y el IPN y las escuelas de medicina de provincia— y de instituciones del sector salud —como la SSA, el IMSS, el ISSSTE y los Institutos Nacionales de Salud—. Depende, además, de una política de desarrollo científico que entienda la posibilidad y la utilidad práctica de realizar ciencia médica original en México, y por ello estimule y favorezca la puesta en marcha de la investigación en el área, aprovechando el gran potencial de recursos humanos y materiales existentes y la sólida tradición científica generada por estas disciplinas en nuestro país.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

Todas aquellas relacionadas con la investigación médica básica que cumplan con los requisitos siguientes:

1. El objetivo fundamental deberá ser la obtención de nuevos conocimientos sobre los procesos normales o anormales que influyan en las áreas biológica, conductual y social del ser humano.
2. Ser realizadas por investigadores adecuadamente capacitados que trabajen en instituciones dotadas de recursos humanos y materiales para garantizar la consecución de las metas del proyecto.
3. Que se ajusten a esquemas de investigación en los que se estipulen metas alcanzables a mediano plazo.
4. Se dará preferencia a temas de investigación básica multidisciplinarios.
5. Las líneas de investigación básica procurarán vincularse con líneas de investigación clínica, epidemiológica o sociomédica relativas al mismo problema.

6.2.5 Biología de la reproducción

Objetivos

- Mantener e incrementar la producción científica de los grupos actualmente activos en las diversas líneas de investigación propuestas en este objeto focal.
- Apoyar el establecimiento de nuevos grupos de investigación en biología de la reproducción.
- Reforzar los vínculos entre la investigación básica y la clínica en este campo.

Justificación

Por lo expuesto al definir el objeto focal puede advertirse que es necesario impulsar los estudios sobre biología de la reproducción a diversos niveles, desde la investigación básica en la fisiología celular y la bioquímica y biología molecular del fenómeno reproductor, hasta la proyección clínica y social de estos estudios. Es necesario entonces fomentar los programas multidisciplinarios y mult institucionales en este campo. Afortunadamente, los investigadores en biología de la reproducción de nuestro país ya han avanzado en este camino y se tratará sólo de proporcionarles el apoyo necesario a los programas que están generando, y estimularlos para que mantengan la calidad de su producción científica y refuercen la interdisciplinariedad de sus actividades.

Diagnóstico

El desarrollo de la biología de la reproducción en los últimos 30 años ha sido estimulado por las aplicaciones del conocimiento producido en esta disciplina a la solución de problemas sociales, como es el crecimiento poblacional. La comprensión de que ningún procedimiento anticonceptivo puede aplicarse a toda la población ha promovido el desarrollo de varias técnicas anticonceptivas que interfieren con el proceso reproductor en diversas etapas y niveles (maduración de gametos, fertilización, ovulación, implantación, etcétera). El uso de cada uno de estos anticonceptivos requiere de estudios cuidadosos sobre las posibles acciones colaterales de estos agentes.

Por otra parte, se ha considerado de gran interés desarrollar pruebas fáciles y confiables para determinar el momento de la ovulación, información fundamental para el control natural de la fertilidad. Otra área de la biología de la reproducción cuya importancia se ha manifestado más recientemente está relacionada con los problemas de diferenciación sexual en el ser humano y que se ha extendido desde el estudio de los pseudohermafroditismos a los problemas psicológicos de diferenciación y orientación sexual.

El reconocimiento reciente de que algunas formas de homosexualidad masculina y femenina tienen causas biológicas ha abierto posibilidades muy amplias para el conocimiento y orientación de la sexualidad. La contribución potencial a la solución de los problemas poblacionales, junto con los de disfunción reproductora (infertilidad, aborto habitual, galactorreas, impotencia) justifica ampliamente considerar como prioritario a este campo de la investigación biomédica.

En la actualidad se cuenta aproximadamente con 70 investigadores en el área de la biología de la reproducción, de los cuales poco más de la mitad están clasificados como básicos y el resto como clínicos.

Entorno significativo

La investigación básica en biología de la reproducción se realiza fundamentalmente por grupos en la UNAM, IMSS, INN, mientras que la clínica se concentra en el IMSS y el INN. En la biología de la reproduc-

ción básica trabajan grupos importantes en gonadogénesis, sistema hipotálamo-hipofisiario, lactancia, mecanismo de acción de hormonas esteroides y comportamiento productor. El área clínica de la biología de la reproducción, si bien tuvo sus inicios en la perinatología y la fisiología del parto, se ha desarrollado de manera importante en el estudio del sistema hipotálamo hipofisiario y la diferenciación sexual. Asimismo, se han realizado en México estudios muy importantes sobre control de la reproducción tanto en el desarrollo de nuevos procedimientos anticonceptivos (minipíldoras) como acerca de los mecanismos de acción de diversos procedimientos anticonceptivos. Es interesante señalar que una proporción creciente de trabajo tanto básico como clínico en esta área se empieza a realizar en Tlaxcala, León, Durango y San Luis Potosí.

El apoyo a las actividades comprendidas contribuirá a modificar el entorno significativo de las siguientes maneras:

- Generará conocimientos indispensables para un ejercicio más racional de los programas de planificación familiar y control de la natalidad, así como para el manejo médico de la patología del aparato reproductor.
- Reforzará la vida académica nacional en este campo, tanto en el área de la medicina como en la educación superior, generando el personal especializado necesario.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico sobre

1. Neuroendocrinología de la reproducción.
2. Conducta reproductora.
3. Control endócrino del aparato reproductor.
4. Fisiología de la reproducción.
5. Maduración de gametos.
6. Mecanismos de fertilización.
7. Ovulación.
8. Implantación.
9. Control de la fertilidad.
10. Diferenciación sexual.

6.2.6 Diseño y construcción de equipo útil en ciencias de la salud

Objetivos

- Apoyar y multiplicar los grupos de investigadores existentes en el país dedicados al diseño de los prototipos de los aparatos necesarios, según las especificaciones que mejor se ajusten a nuestras necesidades, y con base, en lo posible, en componentes de fácil adquisición.
- Vincular a esos grupos con los investigadores y educadores en ciencias de la salud, así como con los responsables de la administración de los servicios de salud.
- Establecer las políticas apropiadas para que los usuarios de la tecnología en ciencias de la salud den preferencia a los productos nacionales.
- Facilitar a los grupos de trabajo idóneos el establecimiento de plantas

piloto en las que se pueda completar el desarrollo de los prototipos antes mencionados, hasta dejarlos aprovechables por la industria nacional para su fabricación.

Justificación

A lo largo de la historia, el progreso de la ciencia en general, y de las ciencias de la salud en particular, ha ido asociado a la incorporación de los instrumentos que aumentan tanto la capacidad de percepción como las posibilidades de acción de las personas que en ellas trabajan.

Nuestro país hace uso de una gran cantidad y variedad de aparatos en los consultorios y clínicas médicas, tanto particulares como institucionales; en los laboratorios clínicos; en las escuelas de medicina y actividades afines; en los laboratorios de investigación médica y en los de investigación en las ciencias básicas de la medicina, tales como fisiología, fisicoquímica y bioquímica. Resulta fácil imaginar el serio deterioro y, en algunos casos, la detención que sufrirían las labores que se realizan en esos lugares, en caso de que no pudieran contar con los aparatos que les sirven de apoyo.

Diagnóstico

Se debe considerar como asunto prioritario en los planes actuales de desarrollo del país lograr el diseño y fabricación nacionales de los instrumentos necesarios para el diagnóstico y tratamiento de los trastornos de la salud, para la rehabilitación de los pacientes que han perdido el uso de alguna facultad motora o sensorial, para la preparación de los recursos humanos y para el apoyo a la investigación en las distintas ciencias de la salud.

Por razones diversas el instrumental que el país emplea en el campo de la salud proviene, casi en su totalidad, del extranjero. Esta dependencia de las importaciones da lugar a una serie de inconvenientes tanto para el usuario en particular como para el país en general. Esto se ha agravado durante la presente crisis económica.

Otros de los inconvenientes derivados de la dependencia completa de los proveedores extranjeros son:

- Tener que escoger nuestros instrumentos entre los diseñados para atender las necesidades del país productor, aunque no coincidan con las nuestras. En el caso del instrumental para la enseñanza médica el problema es mayor, pues nuestros equipos se tienen que improvisar adaptando aparatos hechos con otros propósitos originales.
- Siendo nuestro mercado de interés secundario para el fabricante extranjero, es usual que no se cuente con la asesoría que asegure el mejor uso del instrumento. Así, es frecuente encontrar aparatos que no se emplean por simple desconocimiento de su manejo correcto.
- Por la misma razón, es normal que las compañías productoras no establezcan en México el taller que se encargue de dar el mantenimiento adecuado a los aparatos que venden, ni procuren poner un almacén con las piezas de repuesto necesarias. Al intentar localmente la repa-

ración de algún instrumento descompuesto, además de perder la garantía hipotética de que goza, se tropieza con la imposibilidad de conseguir los componentes necesarios en el mercado nacional.

Mientras esto sucede, México cuenta con un buen número de ingenieros capaces, en principio, de resolver los problemas relativos a nuestro tema, pero dedicados de momento a labores secundarias relacionadas con su especialidad.

Entorno significativo

Durante las últimas décadas se ha venido creando conciencia en las diversas instituciones del sector salud sobre la necesidad de contar con equipo construido específicamente para satisfacer las necesidades nacionales, así como de contar con el personal adecuadamente preparado para diseñar, construir y dar mantenimiento a ese equipo. Así, en 1966, el Instituto Mexicano del Seguro Social creó la Central de Conservación de Equipos Médicos para proveer ese servicio en el Instituto y, en 1977, el ISSSTE, con objetivos similares, estableció, por primera vez en nuestro país, un servicio de ingeniería biomédica. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por su parte, dentro del Programa Nacional de Salud (PRONALSA) generó un programa específico para el fomento del diseño y construcción de equipo con interés en ciencias de la salud. En el sector educativo se han establecido ya programas de licenciatura o de maestría en ingeniería biomédica y en bioelectrónica, en la Universidad Autónoma Metropolitana, el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN y la Universidad Iberoamericana, existiendo ya varias decenas de graduados, algunos de los cuales prestan sus servicios en las instituciones del sector salud. Por otra parte, en diversas instituciones se cuenta con instalaciones y personal adecuados para la construcción de equipo o de partes de éste para la medicina.

Si se considera que el mercado previsto por NAFINSA para este año en equipo biomédico solamente para las instituciones del sector salud rebasa los cuarenta millones de dólares, resulta clara la importancia de sustituir lo más posible las importaciones en este rubro.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Diseño y construcción de equipos para uso: diagnóstico, terapéutico, en rehabilitación, en ciencias de la salud y enseñanza en el sector.
2. Establecimiento de un fondo para apoyo directo en efectivo a proyectos de diseño y construcción de prototipos.
3. Participación, mediante el programa de riesgo compartido, en el establecimiento de una o varias plantas piloto para la producción limitada de equipo.
4. Asesoría para la vinculación de los investigadores con los industriales nacionales para la producción en gran escala hasta la eventual satisfacción de las necesidades de mercado en las áreas más estratégicas.
5. Asesoría para la obtención de patentes y la venta de los productos a las instituciones del sector oficial.

6.2.7 Indicadores regionales de desnutrición proteínico-energética primaria marginal y de susceptibilidad anormal hacia infecciones e infestaciones ocasionadas por aquélla

Objetivos

- Conocer cuáles de los índices antropométricos del estado de nutrición internacionalmente reconocidos son más convenientes, en los términos de su práctica, aceptación e interpretación por parte del personal primario de salud.
- Saber si al respecto existen diferencias entre los distintos estratos profesionales y entre las regiones geomédicas de la República Mexicana.
- Desarrollar nuevos indicadores funcionales del deterioro inicial de la competencia nutricional e inmune.
- Obtener información para justipreciar el valor relativo de los indicadores estáticos y funcionales que se implanten.
- Identificar los mecanismos para la sensibilización del personal de salud en cuanto al adecuado empleo y la correcta interpretación de los diversos índices.
- Establecer las bases científicas de un sistema de vigilancia epidemiológica nutrio-infectológica en las áreas geográficas y núcleos de población con mayor riesgo.

Justificación

En materia de salud la protección de toda la población constituye la meta ideal. Sin embargo, ya que la magnitud del problema de la diada desnutrición-infección es tan enorme, los esfuerzos en pro de la salud deben ser enfocados a los casos de mayor riesgo, cuya identificación oportuna constituye el objeto de las metas planteadas.

Diagnóstico

La comunidad biomédica muestra preocupación creciente acerca de la interrelación entre salud y nutrición. En forma paralela crece la necesidad de disponer de mejores medios para la valoración del estado de la nutrición.

Mediante la aplicación de indicadores dietarios, clínicos, antropológicos y bioquímicos, desarrollados tanto en el país como en el extranjero, se ha mostrado que a partir de los seis meses de edad de 50 a 70 por ciento de los niños mexicanos exhiben riesgo de padecer desnutrición proteínico-energética. Si bien en la mayoría de ellos la insuficiencia nutricional es de grado leve o "marginal", a largo plazo da lugar a reducción de las dimensiones corporales y de la capacidad para el esfuerzo mental y físico, por debajo de los determinados por las expectativas genéticas.

Aunque este fenómeno se correlaciona a todas las edades, se manifiesta en forma más notoria durante la infancia, con una especial predisposición a enfermar o morir a consecuencia de infecciones.

Al lado de las condiciones insalubres de vida en las familias de obreros y campesinos, prevalece una reducción de las capacidades orgánicas de defensa contra infecciones y parásitos.

Además de constituir un importante factor de agravamiento de la desnutrición y a menudo de riesgo para la vida, las citadas infecciones e infestaciones suelen representar la causa principal de requerimientos de atención médica de primer contacto. Cuando por tal razón queda saturada la capacidad de los servicios asistenciales, se ven mermados los recursos que deberían ser destinados a las acciones preventivas. Tal situación queda agravada por el hecho de que, por la presión que representa el manejo de las enfermedades agudas, el personal de salud pierde de vista el componente nutricional de las mismas, a pesar de que suele poseer el concepto de que desnutrición e infección constituyen un solo complejo patogénico.

A los clásicos indicadores de orden somatométrico se ha agregado, en años recientes, un buen número de pruebas funcionales y bioquímicas, desarrolladas a medida que ha venido avanzando el conocimiento de la patología de la desnutrición proteínico-energética. En contraste con los índices morfológicos como peso, estatura, circunferencias craneal, torácica y braquial, panículo adiposo y de las diversas relaciones entre estas medidas, muchos de los nuevos índices funcionales aún no han sido valorados en nuestro país.

Precisamente son estos últimos indicadores los que prometen serlo de riesgo, en el sentido en que ha sido usado aquí este concepto; en cambio, la mayoría de los indicadores antropométricos revelan daño ya establecido y muchas veces permanente.

Entorno significativo

Se ha generado conciencia gubernamental y pública acerca de la importancia clave del problema y de la trascendencia de disponer de un buen sistema de información y realimentación basado en buenos indicadores de salud. El país cuenta ya con los recursos humanos y técnicos para llegar a las metas que se plantean y, de hecho, ya los viene empleando, si bien en escala reducida para la magnitud del problema.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Estado nutricional, competencia inmune y enfermedades infecciosas.
2. Desarrollo de indicadores funcionales del estado nutricional.
3. Vigilancia epidemiológica sobre nutrición y enfermedades infecciosas.
4. Adaptación de índices antropométricos al primer nivel de atención.
5. Epidemiología de la desnutrición.

6.2.8 Investigaciones epidemiológicas

Objetivos

- Identificar agentes etiológicos en la aparición y distribución de las infecciones más importantes en el país.
- Conocer los factores asociados con la ocurrencia de las enfermedades transmisibles, por ejemplo, el tiempo en que se opera el primer contagio, el sector de la población más afectado, las diferencias según nivel

- socio-económico y cultural y las peculiaridades geográficas.
- Establecer un servicio de vigilancia epidemiológica que informe de la situación prevaleciente, en un momento dado, en materias como: infecciones, contaminación ambiental, malformaciones congénitas, accidentes, nacimientos de bajo peso, indicadores de enfermedades crónicas y degenerativas (hipertensión arterial, diabetes), intoxicaciones, neoplasias y estado nutricional.
 - Cuantificar la morbilidad, en grupos poblacionales representativos, de la patología del aparato digestivo y del árbol respiratorio.
 - Informar sobre las características del crecimiento y desarrollo de la población: somatometría, indicadores del estado nutricional, desarrollo intelectual y capacidad funcional de aparatos y sistemas (respiratorio, muscular y cardiovascular).
 - Establecer registro de patología crónica: fiebre reumática, tuberculosis, diabetes, lepra, invalidez, retraso mental, minusvalías sensoriales.
 - Informar sobre consumo de alimentos; desglose de las categorías y características regionales.
 - Diferenciar el mercado libre y de prescripción del consumo de medicamentos. Desglose por instituciones del sector salud y seguridad social.
 - Registrar efectos indeseables de la administración de medicamentos. Operación de un centro de información sobre intoxicaciones.
 - Informar sobre la incidencia del aborto y sobre las características de la población que padece o utiliza el aborto.
 - Conocer las condiciones que provocan la mayor incidencia de neoplasias como el carcinoma de cervix uterino.

Justificación

El conocimiento de la realidad nacional en materia de nutrición y salud es deseable para enfrentar con mejores posibilidades de éxito la problemática nacional y es condición necesaria para cualquier plan de acción tendiente a eliminar las causas de enfermedad o elevar los niveles de salud y bienestar.

La posibilidad de conocer oportunamente la iniciación de un brote epidémico, la noticia de eventos esperados en mayor número de lo previsto o el cambio de presentación de una expresión patológica (grupo etario, mortalidad diferente, diferencial modificado en sexo, localización geográfica distinta, etcétera) son factores que contribuyen a un mejor control de la nueva situación.

La información sobre tasas de morbilidad y mortalidad es fundamental para cualquier plan que pretenda modificar favorablemente la condición actual. En muchas ocasiones se desconoce la magnitud aproximada del fenómeno patológico o se subestima la ocurrencia real; no es de extrañar que, en tales condiciones, los recursos destinados a las expectativas consideradas sean insuficientes.

En las enfermedades infecciosas lo común es que haya infección sin enfermedad y que se tenga la idea de eventos relativamente raros cuando en realidad son universales. En tales condiciones, una encuesta serológica descubre la realidad del fenómeno en su magnitud real. La misma maniobra informa acerca de la edad del primer contacto, de las reinfecciones.

ciones, del tiempo de la última exposición y la distribución de la enfermedad.

En las campañas de vacunación se trabaja sobre la base de resultados obtenidos en otros países con tales inmunógenos. Es conveniente controlar la eficacia del procedimiento por la exploración de las tasas de sericonversión. La información puede obtenerse sólo por una encuesta de anticuerpos en la población vacunada o por los resultados registrados cuando hay la exposición a contactos infectantes.

Las fallas en campañas de tétanos, poliomielitis y tosferina, hacen necesario implantar la práctica rutinaria de la auditoría serológica de campo.

La fundación y operación de registros nacionales es fundamental para conocer la marcha de campañas, la magnitud del problema, su tendencia secular y, sobre todo, para calcular con mayor precisión los recursos necesarios para manipular la situación patológica.

Diagnóstico

En México no se ha usado de la epidemiología en la escala necesaria. Es queja recurrente que no hay suficientes epidemiólogos y que entre el número de protocolos de investigación los de carácter epidemiológico no llegan a 5 por ciento del total registrado.

La información disponible en nuestro país en el campo de la epidemiología es muy limitada en varios terrenos. En la mayoría de las ocasiones se extrapolan los resultados obtenidos en otros países cuyas condiciones ambientales, genéticas, socio-económicas y culturales son muy diferentes a las nuestras.

La primera encuesta serológica nacional se realizó en 1972. Fue planeada para todas las zonas del país y se obtuvieron 20,000 sueros de una población representativa. No hay noticia de otro esfuerzo semejante en la historia de la salud pública del país.

En otros campos se han practicado estudios locales aislados, como encuestas de glucosuria, de tensión arterial, de malformaciones congénitas, de niveles sanguíneos de plomo o nutricionales.

Entorno significativo

México ha reconocido la importancia de formar a un mayor número de epidemiólogos en todos los niveles: médicos, enfermeras y profesionistas como ingenieros, biólogos, microbiólogos, odontólogos, psicólogos, psiquiatras, sociólogos, etcétera. El número de cursos, becas al extranjero y facilidades de entrenamiento se ha incrementado en forma importante en los últimos años.

El éxito nacional e internacional de algunas campañas como las de viruela, sarampión, difteria, mal del pinto y en menor grado las de fiebre reumática y tuberculosis, ha generado buena disposición y disponibilidad de recursos para programas de investigación epidemiológica.

En el terreno de las enfermedades infecciosas y parasitarias, en las crónico-degenerativas, en las relacionadas con biología de la producción, mortalidad perinatal, nutrición y factores sociales relacionados con la salud física o mental, la metodología epidemiológica es no sólo

útil sino indispensable.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Actualización de la encuesta seroepidemiológica realizada en 1972 por el IMSS, para conocer la magnitud y distribución de enfermedades infecciosas como la amibiasis, la fiebre tifoidea, la brucelosis, la hepatitis A y B, la toxoplasmosis, la cisticercosis, el sarampión, la rubeola y la parotiditis. Además, realizar estudios dirigidos a problemas locales como: enfermedades de Chagas en la cuenca del Balsas, tifo manchado en las cuencas lecheras, enterotoxina LT de *E. coli* en el golfo de México, paludismo en el sureste del país, tétanos, tosferina y poliomielitis en toda la república.
2. Vigilancia epidemiológica y desarrollo de modelos predictivos en influenza, hepatitis por virus A y fiebre tifoidea. Implantación de un sistema de vigilancia de la sensibilidad a los antimicrobianos y las infecciones nosocomiales.
3. Encuestas en poblaciones, escogidas según factores de riesgo, para conocer la prevalencia de glucosuria, hipertensión arterial, cirrosis, deficiencias en la agudeza visual y auditiva e invalideces en general.
4. Registro permanente de las malformaciones congénitas en todas las maternidades (públicas y privadas) del país.
5. Vigilancia permanente en los niveles de plomo y sus indicadores en poblaciones sujetas a mayor exposición en ciudades y campo (zonas alfareras).
6. Investigación sobre accidentes, comparación de las tendencias seculares y desarrollo de tecnología educativa y promocional para su control.

6.2.9 Trastornos gestacionales y perinatales

Objetivos

- Precisar el conocimiento de la frecuencia de los trastornos gestacionales y perinatales más importantes en las diversas regiones del país y sobre factores epidemiológicos que inciden sobre ellos.
- Establecer los patrones normales de desarrollo y crecimiento fetal y del recién nacido para la población mexicana, así como patrones de desarrollo postnatal, especialmente parámetros de maduración del sistema nervioso central y de desarrollo psicomotor.
- Desarrollar tecnologías adecuadas, incluyendo técnicas quirúrgicas, para corregir daños producidos por trastornos gestacionales y rehabilitar a pacientes con funciones perdidas o no desarrolladas.
- Utilizar tecnología adecuada a nuestras condiciones actuales para el manejo de la problemática perinatal.

Justificación

Los trastornos gestacionales incluyen a todos los que se producen desde la concepción hasta la etapa perinatal, tales como defectos genéti-

cos, alteraciones en el desarrollo y crecimiento del embrión y el feto, así como daños sufridos durante o inmediatamente después del parto. Los trastornos perinatales abarcan a los que se producen desde la semana 28 de la gestación hasta la primera semana de vida extrauterina.

En México se cuenta con muy poca información sobre la frecuencia de estos trastornos. Su prevención es poco eficaz ya que sólo hay conocimientos parciales sobre sus causas y mecanismos de producción, la participación de factores genéticos y ambientales, al igual que sobre agentes mutagénicos y teratogénicos, y la frecuencia y magnitud de exposición a ellos en nuestro país. Son insuficientes los conocimientos sobre indicadores que ayuden a su detección temprana.

Hay también un desconocimiento importante sobre sus consecuencias, especialmente sobre el funcionamiento del sistema nervioso central y el desarrollo psicomotor.

De acuerdo con las estadísticas vitales disponibles, la mortalidad materna en la República Mexicana era de 99.8 por cada 10,000 nacidos vivos en 1928 y, debido a la estructuración de los Servicios de Salud por el Estado, descendió a 17.5 por cada 10,000 nacidos vivos para 1964 (descenso promedio de 2.3/10,000 n.v. por año) y a 11.4 por cada 10,000 nacidos vivos en 1974 (descenso de sólo 0.6/10,000 n.v. por año).

Como referencia hay que señalar que en Suecia, en 1968, el coeficiente respectivo fue de 1.4 por cada 10,000 nacidos vivos y en Cuba, en 1970, de 5.1.

En los últimos 10 años el principal rubro de muerte para los grupos de mujeres de 15 a 24 años y de 25 a 34 años ha sido precisamente: causas relacionadas con el embarazo, el parto y el puerperio. En el grupo de mujeres de 35 a 44 años ha ocupado el 2o. lugar, sólo superado por el de enfermedades degenerativas.

La mortalidad fetal ha mostrado un claro incremento de 19.4 por cada 1,000 nacidos vivos en 1970 a 22.9 por cada 1,000 nacidos vivos en 1974, sobre todo a expensas de la mortalidad fetal temprana, que de un coeficiente de 2.8 pasó a 9.5 por cada 1,000 nacidos vivos en el lapso mencionado.

Del total de recién nacidos en la República Mexicana, aproximadamente un 20 por ciento puede ser calificado como de alto riesgo, abarcando cerca del 10 por ciento como nacimientos prematuros y otro tanto como de niños desnutridos al nacer (hipotróficos o pequeños para la edad gestacional). Como referencia habrá que señalar que en Suecia el número de recién nacidos de alto riesgo es de sólo 3.5 por ciento.

En el presente está bien documentado que los riesgos de enfermedad—morir o sobrevivir pero quedando con daño neurológico permanente—resultan muy elevados para la población de neonatos prematuros e hipotróficos.

Para 1974, del total de 2,607,452 nacimientos registrados se calcula que aproximadamente 500,000 fueron clasificados como prematuros e hipotróficos y de ellos más de 285,000 quedaron con daño neurológico: 24,000 con trastornos neurológicos sistematizados, 56,000 con problemas de comunicación humana, 75,000 con cuadros convulsivos y más de 130,000 con daño cerebral mínimo o deficiencia mental.

Diagnóstico

En aproximadamente 10 por ciento de todas las gestaciones hay malformaciones congénitas, muchas de las cuales conducen a abortos espontáneos y a mortinatos. Aproximadamente 2 por ciento de todos los recién nacidos vivos tienen malformaciones congénitas. De 8 a 10 por ciento de los recién nacidos son prematuros y otro 8 a 10 por ciento son hipotróficos —en este caso existen variaciones geográficas importantes— Tanto la prematurez como la hipotrofia conducen posteriormente a trastornos neurológicos o de aprendizaje en un 60 por ciento de los casos. La prematurez es causa del 85 por ciento de la mortalidad neonatal temprana, excluyendo malformaciones congénitas letales.

Los principales grupos de investigación que sobre esta área existen en el país son los siguientes: en relación a alteraciones genéticas, hay grupos en el Instituto Nacional de Pediatría, Instituto Nacional de la Nutrición, Centro Médico Nacional del IMSS, Hospital General de la SSA, Unidades de Investigación Biomédica del IMSS, en Guadalajara y Monterrey, Institutos de Investigaciones Biomédicas e Investigaciones Antropológicas de la UNAM. Hay un grupo interinstitucional que es responsable del Registro y Vigilancia Epidemiológica de Malformaciones Congénitas Externas (RYVEMCE). Investigadores del Instituto de Investigaciones Biomédicas y de la Facultad de Medicina de la UNAM trabajan sobre mutágenos y teratógenos ambientales. Sobre aspectos perinatales se llevan a cabo investigaciones en el Instituto Nacional de Perinatología, el IMSS y el INCYTAS del DIF. Respecto a consecuencias a largo plazo de trastornos gestacionales, especialmente sobre sistema nervioso y desarrollo psicomotor, se llevan a cabo proyectos de investigación en INCYTAS-DIF, Instituto Nacional de Perinatología, Hospital Infantil de México y en el Instituto Nacional de Pediatría del Centro Médico Nacional del IMSS. En el Hospital Gea González se hacen investigaciones relacionadas con la rehabilitación de niños que nacieron con malformaciones congénitas.

Entorno significativo

Algunos problemas limitan en muchos casos el desarrollo de la investigación; entre ellos se señala: la importación de materiales y equipo tiene demoras en la aduana y es sujeta a impuestos; es inestable el servicio de energía eléctrica, lo que ocasiona pérdidas de tiempo y de materiales; el mantenimiento de equipo es a menudo deficiente; los representantes comerciales resultan más problemáticos que cuando se trata con la casa matriz.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Incidencia de enfermedades infecciosas y parasitarias sobre trastornos gestacionales.
2. Efectos contaminantes ambientales sobre trastornos gestacionales.
3. Determinación de patrones normales de desarrollo y crecimiento fetal, especialmente parámetros fisiológicos y bioquímicos.

4. Procedimientos para la reparación de malformaciones congénitas.
5. Técnicas de rehabilitación de inválidos por trastornos gestacionales.
6. Conocimiento de la influencia de factores culturales, económicos, religiosos y sociales sobre el intervalo intergenésico, el número y calidad de hijos y la morbilidad perinatal en las familias indígenas rurales y urbanas.
7. Conocimiento de la frecuencia, causas y expresión de las malformaciones congénitas y los errores innatos del metabolismo en el país para fundamentar medidas de manejo y prevención eventual.
8. Características regionales de los recién nacidos prematuros e hipotróficos a fin de disminuir paulatinamente su frecuencia.
9. Interrelaciones entre el estado nutricional de la madre, la evolución de la gestación y la calidad del producto.
10. Evaluación de las ventajas y desventajas de la atención acostumbrada actualmente frente a la atención "natural" del parto y del recién nacido.
11. Evaluación de las técnicas modernas para el estudio y manejo de la problemática fetal.
12. Detección oportuna de indicadores de daño al sistema nervioso central del recién nacido y su correlación con eventos progestacionales, gestacionales y con el parto, para fundamentar medidas preventivas.
13. Diseño, aplicación y evaluación de instrumentos, procedimientos y técnicas para la educación de la comunidad en materia de salud perinatal.
14. Seguimiento y evaluación del desarrollo psico-bio-social del niño.
15. Atención perinatal. Exploración y evaluación de modelos alternativos para la atención del embarazo, el parto y el recién nacido (aproximadamente 80 por ciento del total).
16. Manejo inmediato del recién nacido. Evaluar técnicas y procedimientos para lograr aspectos fundamentales: a) vías aéreas permeables; b) conservación de la temperatura corporal; c) alimentación inmediata al seno materno y d) interacción madre-hijo.
17. Atención instrumental del parto. Evaluación de las ventajas y desventajas de la analgesia, la anestesia, el fórceps, la cirugía y otras medidas de atención del parto.
18. Embarazo en la adolescencia. Precisar las características y tendencias del embarazo en esta etapa.
19. Caracterización bioquímica, inmunológica, fisiológica y anatómica de la función placentaria y sus trastornos.
20. Influencia de la desnutrición intrauterina y el consumo de tóxicos durante el embarazo sobre el desarrollo del sistema nervioso central del feto.
21. Desarrollo inmunológico intrauterino.
22. Morbilidad materna y neonatal.
23. Mecanismos fisiológicos y bioquímicos a través de los cuales los estados psicológicos de la madre (sentimientos, ansiedad, temor, etcétera) afectan al feto.
24. Patrones geográficos y sociales del crecimiento de la población y su influencia sobre la salud del niño.
25. Técnicas anticonceptivas y salud del recién nacido.

6.2.10 Infecciones agudas del árbol respiratorio

Objetivos

- Desarrollar tecnología diagnóstica en infecciones agudas del árbol respiratorio (IAR) que permita el diagnóstico etiológico en la mayoría de los casos. Las técnicas diagnósticas deben ser sencillas, de resultados rápidos y de sensibilidad y especificidad aceptables. Deben estar encaminadas a servir en el primero y segundo nivel de atención médica.
- Iniciar la formación de personal médico y de laboratorio que trabaje en el campo de IAR. Las especialidades necesarias son epidemiología y microbiología, con las ramas de bacteriología y virología, inmunología y fisiología pulmonar, y farmacología clínica y patología.
- Realizar encuestas prospectivas que informen acerca de la naturaleza, frecuencia, riesgo según sexo, grupos etarios, estaciones del año, regiones geográficas, condiciones socioeconómicas de las IAR y grado de contaminación ambiental.
- Informar, a través de los sistemas de educación médica continua, sobre los medios terapéuticos más apropiados para el manejo de las IAR en todos los niveles de la atención médica.
- Investigar servicios de salud que permiten identificar los factores más importantes que intervienen favorable o desfavorablemente en la prestación de los servicios médicos oportunos para la atención de las IAR.
- Investigar sobre las técnicas que permitan informar acerca de las IAR e introducirlas en las acciones de educación para la salud y coordinarlas con las realizadas por la Dirección de Salud Escolar de la SEP.
- Promover los estudios y las acciones destinadas a proveer y aumentar la cobertura de la población en riesgo por los inmunógenos recomendados en IAR, como toxoide diftérico, extractos antigénicos de *Bordetella Pertussis*, BCG y sarampión.
- Desarrollar vacunas deseables pero todavía no disponibles, por ejemplo, bronquiolitis (virus sincicial respiratorio); parainfluenza 1, 2 y 3, *Haemophilus influenzae*, neumococos, estreptococos, rinovirus, virus Cocksackie y virus ECHO, entre otros.

Justificación

Las condiciones socioeconómicas son las responsables de las diferencias tan pronunciadas en la mortalidad por IAR entre los países pobres y los ricos. Sin embargo, la exploración de diversos indicadores del desarrollo socioeconómico y la magnitud de la mortalidad por IAR no informa de asociaciones significativas. La información acerca de la naturaleza de las infecciones agudas en el árbol respiratorio es muy escasa y en muchos campos no existe. Las explicaciones para esto son el atraso de la tecnología diagnóstica asequible en las instituciones de salud —incluyendo los institutos nacionales de salud— y que se ha adoptado acríticamente la posición de que las infecciones agudas del árbol respiratorio con prevalencia, morbilidad y mortalidad muy elevadas, no son susceptibles de control en un plazo inmediato y que por tanto no tienen prioridad primaria entre los temas de investigación.

En la actualidad no se dispone de datos acerca de la morbilidad; sin embargo, por analogía se estima que los niños en los primeros dos años

de vida padecen de 6 a 8 episodios de infecciones agudas del aparato respiratorio, dado que en estudios de campo en Guatemala, Costa Rica y Brasil se han recogido informaciones de esa magnitud.

Diagnóstico

Las infecciones agudas del árbol respiratorio (IAR) constituyen la primera o segunda causa de enfermedad y muerte en México; tal situación se ha mantenido sin modificación desde que hay registro de estadísticas vitales. Aun cuando la tendencia es hacia la disminución, la magnitud de contribución patológica es muy importante, en particular para el grupo de niños menores de 5 años.

La situación contrasta con la observada en países industrializados, como los Estados Unidos de América. Así, en tanto que cada año de 10,000 niños norteamericanos menores de 5 años muere uno, en México fallecen 42. Mientras en el país las IAR causan la muerte de un 28 por ciento de menores de 5 años, en los Estados Unidos de América causan el 4 por ciento.

Si bien la tendencia es hacia la disminución, en la década 1968-1978 el descenso en México fue de 44 por ciento, mientras en los Estados Unidos de América y Canadá fue de 83 por ciento. El riesgo de muerte que en 1978 era 12.5 veces mayor en México que en los Estados Unidos, para 1978 aumentó a 42 veces.

Entorno significativo

El manejo del problema se plantea sobre bases que no corresponden a la realidad del país y con un carácter repetitivo sin mayor interés por conocer los factores condicionantes de nuestros problemas.

El nivel alcanzado en la patología infecciosa del árbol respiratorio no llega más allá de los síndromes como rinitis, faringoamigdalitis, laringotraqueobronquitis, bronquitis, bronquiolitis, neominitis, neumonía, bronconeumonía, empiema, etcétera. El cultivo de microbios, en especial de virus, es prácticamente inexistente. Las causas de tal condición son la falta de personal idóneo y de medios para prestar tales servicios diagnósticos y la poca producción científica en este campo.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Mecanismos de patogenicidad en la mayoría de las infecciones virales y conocimiento de los antígenos que pueden funcionar como protectores.
2. Desarrollo de modelos experimentales en animales que permitan manipular algunas condiciones que son importantes en la clínica humana (edad, estado nutricional, sexo, coexistencia de patología cardiovascular, trastornos hormonales, malformaciones congénitas del árbol respiratorio, etcétera).
3. Participación modular y manipulación del sistema de inmunidad local en todas las afecciones. Se plantean como más asequibles y como primera etapa que puede ilustrar sobre el resto a las infeccio-

- nes del árbol respiratorio superior.
4. Aspectos de la fisiología pulmonar que ilustren acerca de los cambios ocurridos en la ventilación, la respuesta a la hipoxia, los mecanismos de transporte, la actividad ciliar, la secreción de mucosa, las consecuencias de los fenómenos de hipersensibilidad inmediata y tardía.
 5. Efectos de las IAR en los primeros años de vida respecto al crecimiento, desarrollo y funciones del árbol respiratorio.

6.3 Investigación sobre uso de recursos naturales renovables

6.3.1 Métodos para el uso de los recursos naturales renovables,

Objetivos

- Obtener metodologías que permitan el uso racional de los recursos naturales renovables, aseguren su conservación, su fomento y mejoramiento.
- Desarrollar proyectos en los que se aprovechen y conserven los recursos naturales renovables.

Justificación

Al contar con las metodologías mencionadas en los objetivos se tendrán, en primera instancia, efectos positivos en la conservación de los recursos naturales, evitando su deterioro y perturbación irracional. Por otra parte, será factible integrar a la producción sostenida una gran cantidad de recursos naturales renovables que no se toman en cuenta y que tendrían una participación significativa en la economía nacional. Se estimulará la creación de empleos, la substitución de importaciones de algunos recursos naturales con posibilidad, incluso, de generar divisas por exportación y, sobre todo, se asegurará la persistencia de recursos que de otra forma desaparecerán o permanecerán improductivos.

Diagnóstico

Los recursos naturales renovables han sido aprovechados en México atendiendo criterios extractivos, y a los intereses comerciales que rigen las operaciones primarias y secundarias, y se ha dejado de lado las técnicas de manejo, cultivo y fomento.

Como consecuencia de esto, los procesos de desertificación y de cambio de uso del suelo están avanzando significativamente, y en muchas regiones marginadas los recursos son aprovechados en forma irracional, sin importar su persistencia. Es notorio en muchos casos que los recursos sean dilapidados al aprovecharlos, sin conocerlos debidamente, como sucede con las selvas y los bosques. En la medida que los habitantes de las áreas rurales, a quienes urge satisfacer sus necesidades básicas aún insatisfechas, aprovechen conservando y obtengan de sus recursos los bienes y servicios que les puedan proporcionar, entenderán y participarán con métodos que les permitan realizar el uso conservacionista de estos bienes.

Entorno significativo

En la falta de métodos para el uso conservacionista de los recursos naturales renovables ha influido, sobre todo, la necesidad de la sociedad de abastecerse de bienes y servicios.

Es indudable que en el proceso de desarrollo del país los recursos naturales han sido un factor relevante, ya que aportan una amplia gama de productos y servicios que han servido para propiciar el cambio. Aunque no se ha reconocido en su justa medida la importancia que los recursos naturales renovables han tenido en el proceso del desarrollo nacional, en el presente se está adquiriendo conciencia de la necesidad de que tales recursos se aprovechen, conserven y fomenten, de acuerdo a las técnicas más avanzadas y adecuadas, de tal forma que contribuyan a que el desarrollo de nuestra sociedad sea permanente y armónico.

Los estudios adicionales que contribuyen a modificar el entorno del objeto focal indicado son muchos, considerando como los más relevantes los siguientes: evaluación expedita y económica de los recursos naturales renovables para su manejo; desarrollo de un sistema nacional de extensionismo y capacitación técnica a usuarios de recursos naturales renovables, y acciones específicas de regulación de tenencia de la tierra en aquellas áreas en que los recursos naturales renovables se encuentren bajo aprovechamiento.

De manera colateral a estas acciones es conveniente también que se considere la necesidad de establecer una campaña permanente de conciencia de uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables, dirigida con especial interés hacia los dueños y poseedores de recursos, así como a quienes participan en su beneficio. En forma especial se debe enfocar los mayores esfuerzos hacia la niñez y la juventud, en quienes se debe fomentar el reto de aprovechar conservando.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Métodos de aprovechamiento de la flora y fauna silvestres en zonas áridas, tropicales, templadas y frías.
2. Caracterización de los recursos naturales renovables sujetos a un aprovechamiento intensivo.
3. Regeneración natural de las especies florísticas bajo aprovechamiento intensivo.
4. Rentabilidad de los usos actual y potencial del suelo.
5. Sistemas de monitoreo y evaluación de recursos naturales bajo aprovechamiento.
6. Técnicas de evaluación del deterioro de recursos naturales renovables.
7. Producción y productividad de los recursos naturales renovables.

6.3.2 Técnicas silvícolas para el manejo de los bosques naturales

Objetivos

—Obtener, mediante investigación científica y desarrollo tecnológico, aquellas herramientas que permitan el adecuado manejo de los bos-

ques, tanto los de clima cálido húmedo, como los de climas templados y fríos.

- Adecuar y adaptar técnicas silvícolas que proporcionen los elementos de conocimiento necesarios para el manejo de los bosques y selvas del país, en las diferentes regiones y condiciones en que éstos existan.

Justificación

Los bosques y las selvas, al ser manejados con base en técnicas silvícolas que se determinen para cada región y adecuadas a las diferentes condiciones ecológicas, aseguran su calidad de recursos renovables altamente productivos. Será factible manejar estos recursos forestales con criterios de alta rentabilidad, sin poner en peligro su estabilidad y persistencia. Las herramientas silvícolas permitirán que los aprovechamientos forestales cuenten con bases para su planeación a corto, mediano y largo plazos, incorporando la actividad silvícola a la economía nacional en forma más definitiva.

Los objetivos propuestos contribuirán a corregir la relación que debe existir entre el recurso forestal y la industria que lo aprovecha, aportando los productos forestales que demanda la sociedad en cantidades suficientes y existiendo la posibilidad, incluso, de exportar bienes derivados de este renglón que generen divisas.

Las técnicas silvícolas para el manejo del bosque permiten, además, la participación de los dueños y poseedores del recurso en las actividades de aprovechamiento, protección, cultivo y fomento, generando empleos productivos en el medio rural.

Diagnóstico

Durante muchos años, y en gran medida en la actualidad, el manejo de los bosques y selvas en México no ha obedecido a una adecuada planeación, careciéndose en muchos de los casos de herramientas silvícolas que aseguren su adecuado aprovechamiento. Ha sido tradicional que el manejo de los bosques y selvas, además de estar fuertemente influido por intereses comerciales se conduzca como una actividad meramente extractiva, sin considerar las técnicas de cultivo del recurso y dejando a un lado los aspectos ecológicos y silvícolas.

Lo anterior se ha traducido en una actividad forestal nacional que pone en peligro la existencia de un recurso natural renovable que contribuye muy poco en la economía nacional (la aportación de la industria forestal al PIB en los últimos 10 años ha sido inferior al 2 por ciento).

La dasonomía en otros países desarrollados ha producido técnicas silvícolas que, al emplearse, coadyuvan al manejo adecuado de los bosques y selvas. Dichas técnicas deberán adaptarse y desarrollarse para las zonas arboladas del país que están bajo procesos de aprovechamiento.

Entorno significativo

Son varios los factores del entorno de la actividad forestal que deben participar para alcanzar los objetivos propuestos. Destaca en primer

lugar la formación de recursos humanos a nivel medio y superior, en la especialidad de silvicultura y manejo, lo que debe ser complementado por peritos en las áreas económica y social.

Otros factores determinantes, necesarios de impulsar, son la capacitación de obreros y campesinos, el financiamiento y la organización para la producción. También se hace necesaria la organización y operación del sistema nacional de extensionismo forestal, el cual debe ubicar los recursos humanos a nivel técnico en los lugares mismos en que se localiza el bosque, participando como enlace o eslabón entre el sistema científico y tecnológico y el sistema productivo.

Son varias las acciones que pueden contribuir a que los resultados de este programa tengan una significación en su entorno. Entre las principales están:

- El desarrollo de un sistema nacional de capacitación a obreros y campesinos forestales (se estima que más de un millón de jefes de familia que viven en las zonas forestales deben ser capacitados).
- El establecimiento de un sistema de financiamiento forestal y la participación intensiva de todas aquellas dependencias y organismos que realizan actividades tendientes a la organización de productores forestales.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico sobre

1. Las actitudes que los propietarios de los bosques y selvas tienen hacia la actividad forestal.
2. Alternativas económicas y sociales en el uso del suelo.
3. Aspectos económicos y silvícolas acerca de la sustitución de rodales viejos de crecimiento lento por bosques jóvenes de mayor rendimiento.
4. Herramientas silvícolas para el manejo de rodales de segundo crecimiento (elaboración de curvas de índice de sitio cuantitativas para especies arbóreas comerciales; desarrollo de índices de densidad para modelos de crecimiento; elaboración de modelos de crecimiento por especie; tablas de producción).
5. Manejo de bosques de segundo crecimiento.
6. Ecología de las especies forestales maderables de interés comercial.
7. Dendrocronología de las especies forestales maderables de interés comercial.

6.3.3 Uso de los recursos estuarinos

Objetivos

- Fomentar las investigaciones que permitan desarrollar métodos de explotación de los recursos existentes en las lagunas costeras y técnicas de acuicultura en zonas estuarinas.
- Apoyar las investigaciones que identifiquen los factores que inciden en el deterioro de los sistemas lagunarios, costeros, la calidad del agua y la inadecuada explotación de los recursos acuáticos estuarinos.

Justificación

Los recursos estuarinos tienen gran interés para la captación de divisas, la producción de alimentos y la crianza y desarrollo de algunas especies marinas. Dado el avance de la industria y la agricultura en la zona costera, así como el crecimiento de las comunidades ribereñas en los sistemas lagunarios costeros, se agravan los problemas que enfrentan los recursos que habitan definitiva o transitoriamente en estos sistemas.

Tanto el desarrollo y difusión de tecnologías que involucren acuicultura o métodos de explotación en lagunas costeras, como el conocimiento de factores que inciden en su deterioro o uso inadecuado permitirán coordinar acciones para armonizar los distintos intereses que confluyen en el caso de las lagunas costeras, a fin de elevar su calidad ecológica. Ello redundará en una explotación racional de los recursos existentes, el desarrollo de una acuicultura en aguas estuarinas con el consiguiente flujo de divisas, y una mejor calidad sanitaria de los productos que de ahí se obtienen.

Diagnóstico

La intervención no coordinada de sectores diversos en el uso de las lagunas costeras ha limitado el desarrollo de investigaciones multidisciplinarias.

Un problema fundamental es la excesiva presión de pesca de las comunidades aledañas, por lo que el desarrollo de la acuicultura en zonas estuarinas deberá acompañarse de modelos tecnológicos apropiados que comprendan la participación de las comunidades, sector productivo y sector público, ya que la importación de modelos no adecuados, así como el aislamiento en la implementación de estos programas, ha sido un factor limitante en el desarrollo de la acuicultura en aguas estuarinas.

Entorno significativo

Para conseguir los objetivos propuestos es necesario coordinar a todos los sectores que intervienen en la investigación de estos recursos, así como implementar programas que permitan la participación de las comunidades y del sector productivo en acciones tendientes a mejorar el uso que hacen de estos recursos.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Evaluación de los recursos humanos y materiales, así como de los proyectos que estén orientados al uso de los recursos estuarinos.
2. Determinación de los factores que influyen en la calidad ambiental y el deterioro ecológico de los sistemas lagunarios costeros.
3. Tecnologías apropiadas de cultivo extensivo e intensivo de recursos naturales estuarinos.
4. Selección y mejoramiento de razas.
5. Tecnologías para la acuicultura, que permitan la producción de alimentos balanceados a partir de insumos regionales.

6. Modelos tecnológicos que permitan la explotación óptima de los recursos naturales estuarinos.

6.3.4 Sistemas integrales para el uso de recursos naturales renovables

Objetivos

- Crear y diseñar tecnología para el uso integral de los recursos naturales renovables que permitan el uso combinado, de tal forma que se integren en forma eficiente los procesos de aprovechamiento y protección de los mismos.
- Hacer compatible el uso de los diferentes recursos naturales renovables, generando el mayor beneficio posible del uso del suelo y diversificando la producción en la medida que las condiciones ecológicas, económicas y sociales lo permitan.

Justificación

El logro de los objetivos indicados permitirá un uso más racional y económico de los recursos naturales renovables, lo que generará mayores beneficios a los dueños y poseedores de los mismos y asegurará su persistencia. Se darán nuevas alternativas de uso de los recursos y se contribuirá al rendimiento sostenido, a la vez que se propiciará un ingreso permanente que mejorará sustancialmente el nivel de vida de la población.

Al hacer compatible el uso de los diferentes recursos naturales renovables se contribuirá sustancialmente a su conservación, evitando la sobreexplotación de unos cuantos de ellos y diversificando la producción.

Diagnóstico

En México, antes de la conquista, las diferentes culturas que lo poblaban habían generado su propia tecnología en materia de aprovechamiento de los recursos, y lo fincaron en el aprovechamiento de sus ecosistemas para su propia supervivencia. Consideraban dentro de su propia mística que sus recursos serían finitos si abusaban de ellos; lo anterior los obligó a convivir con la naturaleza y aprovechar en forma multidimensional sus ecosistemas, usando lo necesario para vivir y reservando para el futuro la generación cíclica de la energía.

Algunas técnicas como la agricultura intensiva y la revolución verde propiciaron que se rompiera con la agricultura tradicional, ocasionando más problemas de los que se intentaron resolver y mermando la producción y productividad de los ecosistemas. Como resultado de esto, y a manera de ejemplo, se puede asegurar que los ecosistemas forestales del trópico no han dado los resultados que se esperaba, manejados como los de zonas templadas.

Entorno significativo

Influye en forma importante en el uso integral de los recursos la falta de conocimientos y tecnologías adecuadas para su aprovechamiento. Por otra parte, la tecnología tradicional no siempre aporta alternativas

múltiples a los dueños de los recursos, que les permitan diversificar su producción.

Para mejorar el uso de los recursos naturales renovables es conveniente hacer concurrir actividades que permitan obtener el mejor uso multidimensional de los ecosistemas, sin menoscabo de su persistencia e incremento. Esto debe contribuir a proporcionar los bienes y servicios necesarios para quien lo practique, y en forma adicional generar beneficios económicos permanentes al comercializar sus productos.

Así, deberán frenarse las prácticas nocivas del monocultivo o del desmonte para la agricultura en aquellos terrenos no aptos para ese tipo de cultivos. El uso integral de los recursos debe propiciar que se regule el uso del suelo, conduciéndolo al aprovechamiento óptimo en el tiempo y en el espacio.

De manera especial:

- Será muy provechoso el desarrollo de estudios sobre el uso actual y potencial del suelo.
- Las actividades de capacitación, divulgación, financiamiento y organización para la producción, pueden contribuir favorablemente en el uso integral de los recursos naturales renovables.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico sobre

1. Uso múltiple de los recursos naturales renovables.
2. Prácticas agrosilvopastoriles en zonas tropicales.
3. Uso combinado de recursos naturales renovables y no renovables.
4. Utilización integral de cuencas hidrológicas.
5. Uso adecuado del suelo.

6.3.5 Difusión del uso de los recursos naturales renovables

Objetivos

- Determinar las técnicas de difusión para la transferencia del conocimiento y de extensionismo a los niveles obrero y campesino, medio y superior, sobre el uso adecuado de los recursos naturales renovables. Estas deberán enfatizarse hacia el sector de población que posee y usa los recursos, teniendo la capacidad de penetración necesaria para cubrir en el tiempo y el espacio a toda la ciudadanía.
- Establecer comunicación entre los sistemas científico y tecnológico, el de educación y el productivo, de tal forma que la difusión entre ellos sea permanente y fluida.

Justificación

Al emplear mejores técnicas de difusión y transferencia del conocimiento sobre el uso de los recursos naturales renovables, podrá contribuirse a su preservación y fomento, incorporando sectores importantes de la ciudadanía a las actividades productivas. Además, se contribuirá a lograr conciencia sobre el uso de los recursos, evitando así su deterioro.

El sistema productivo podrá aspirar a estar debidamente informado de las alternativas de uso de los recursos naturales renovables, teniendo elementos para aprovecharlos sin destruirlos.

Diagnóstico

Los medios de comunicación se han empleado poco para difundir aspectos relacionados con el uso de los recursos naturales renovables; los intentos realizados se caracterizan por estar aislados, descoordinados y no ser sistemáticos. Por otra parte, conviene resaltar que dichos medios hasta hace poco llegan al nivel rural, sobre todo a las zonas marginadas que carecen de servicios, y aparte de esto no guardan una relación estrecha con los programas de asistencia técnica y extensionismo, con los cuales deberán estar en perfecta armonía para lograr mejores resultados en esta materia.

Otro aspecto detectado es que el lenguaje que emplean los generadores de ciencia y tecnología no coincide con el que emplean los especialistas en comunicación, de tal forma que el vínculo de enlace se rompe y una gran cantidad de información relativa al aprovechamiento, manejo y conservación de los recursos permanece al alcance de un reducido grupo social.

Entorno significativo

Sobre el objeto focal propuesto influirán los mecanismos de transferencia del conocimiento y enlace que establezcan las instituciones y organismos generadores de ciencia y tecnología, los cuales deberán de mejorarse y en muchos casos crearse. Dentro del esquema de transferencia del conocimiento habrá que impulsar aquellas actividades de investigación aplicada, desarrollo experimental, ensayos piloto, divulgación y extensionismo, los cuales permiten vincular a la investigación con el sistema operativo. Para aspectos de divulgación masiva sobre el uso de los recursos naturales renovables deberá asegurarse la penetración a todos los sectores de la población, empleando los medios tradicionales, tales como radio, televisión, prensa y cine, aprovechando los tiempos oficiales que establece la Federación.

Deben impulsarse acciones paralelas a la propuesta del objeto focal creando el sistema nacional de extensionismo y divulgación del uso de recursos naturales renovables. También conviene establecer una comisión intersecretarial para promover y regular el uso de los medios de comunicación en programas de aprovechamiento.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico sobre

1. Capacidad de penetración de la comunicación social en los diferentes sectores de la población.
2. Empleo de nuevas alternativas de comunicación masiva para el medio rural.
3. Utilización de la radio como alternativa para la difusión, así como el empleo de la documentación científica a nivel popular.
4. Sistemas audiovisuales como herramientas para los programas de

divulgación y extensionismo.

5. Transferencia del conocimiento de las instituciones y organismos científicos a los medios masivos de comunicación.
6. Sistemas de edición de producciones para la transferencia del conocimiento.

6.3.6 Métodos para inducir a los productores a usar los resultados de la investigación

Objetivos

- Precisar metodologías para la aplicación de los resultados de la investigación científica y el desarrollo experimental del uso de los recursos naturales renovables, considerando los factores económicos y sociales que influyen en el proceso de adopción de nuevas tecnologías.
- Establecer mecanismos para que el uso de los recursos naturales renovables se realice mediante técnicas que demuestren su rentabilidad y aceptación social entre los grupos de productores a quienes se transfieran.
- Determinar los estimadores económicos y sociales que permitan evaluar las mejores formas para que los productores adopten las tecnologías generadas mediante procesos científicos y de desarrollo experimental.

Justificación

Al alcanzar los objetivos propuestos, el sector productivo contará con elementos que le aseguren éxito al adoptar tecnologías generadas por los centros de investigación, evitando aplicar resultados que al difundirse extensivamente no sean rentables o que no se ajusten a los modelos sociales de las áreas en donde se pretendan emplear.

Estas investigaciones permitirán orientar al sistema científico y tecnológico a producir resultados acordes a la realidad nacional, que se adopten en forma práctica y a corto plazo.

Los indicadores económicos y sociales que se obtengan serán aprovechados en las fases de financiamiento y organización para la producción, en áreas en que se promueva el uso de los recursos naturales renovables, acelerando la dinámica de creación de empresas que sean necesarias desde los puntos de vista económico, social y ecológico.

La aplicación de los resultados de investigación generará interés en los usuarios al mostrárseles actividades económicas atractivas que les brinden mejores alternativas para mejorar su nivel de vida.

Diagnóstico

La información económica y social se encuentra en ocasiones en forma dispersa y discontinua, lo que provoca que el investigador que trabajó con recursos naturales cuente con pocos elementos de juicio para el desarrollo de su actividad, desde las fases de planeación, hasta las de aplicación masiva de sus resultados.

El desarrollo de sistemas de información y los censos permanentes de carácter económico y social facilitarán en gran medida el avance de

estas investigaciones, sobre todo si son nacionales, regionales, estatales o locales.

Entorno significativo

En los procesos de divulgación y extensionismo debe considerarse prioritario incluir alternativas que justifiquen las tecnologías objeto del programa, desde el punto de vista económico y social. Las instituciones y organismos productores de ciencia y tecnología deberán establecer como requisito importante que los resultados que pretendan transferir estén avalados invariablemente por estudios económicos y sociales. En la medida que las alternativas de uso de los recursos naturales renovables que se brinden a sus dueños y poseedores cumplan el requisito de ser económica y socialmente viables, se estará fomentando la actividad económica nacional, incorporando a las tareas productivas a grupos importantes de la población.

Es indispensable considerar que, en las condiciones actuales de la economía nacional, el uso adecuado de los recursos naturales renovables es una de las principales alternativas para salir de la crisis; por tanto, todas aquellas actividades de ciencia y tecnología que produzcan resultados aplicables deberán ensayarse y promoverse dinámicamente. En función de esto deberán emprenderse campañas para crear conciencia entre científicos e investigadores sobre la importancia que en las condiciones actuales de la nación tiene la generación de resultados social y económicamente adecuados.

Será significativo también que la definición de programas de investigación, así como la asignación de prioridades para su ejecución, se apoyen en diagnósticos de la problemática, en los que los indicadores económicos y sociales serán de especial importancia.

Las principales acciones paralelas al objeto focal propuesto consistirán en desarrollar un sistema de diagnóstico regional y estatal sobre el uso de los recursos naturales renovables. Será conveniente que se establezca como norma para el desarrollo de investigaciones sobre el uso de los recursos naturales renovables la elaboración de estudios de factibilidad técnica y socioeconómica para aplicarlos al sistema productivo.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico sobre

1. Planeación del uso de recursos naturales renovables.
2. Transferencia de resultados de investigación.
3. El uso de recursos naturales renovables.
4. Costos del uso de los recursos naturales renovables.

6.3.7 Fuentes renovables de energía *Objetivos*

— Adaptar y mejorar tecnologías internacionales, cuyos avances han

- sido significativos en los últimos diez años, y aprovechar la infraestructura de recursos humanos y físicos que existen en el país.
- Crear la infraestructura que permita una investigación sistemática e institucional.

Justificación

En la actualidad la energía solar compite económicamente para calentamiento de agua y acondicionamiento del ambiente (calentamiento y enfriamiento activo y pasivo).

El futuro traerá aplicaciones integrales y tecnologías desarrolladas en el campo de la conversión directa de energía solar a eléctrica con fuentes térmicas indirectas para uso de la vivienda autosuficiente en energía, la agricultura y la industria. A largo plazo, la generación de electricidad para uso común será posible con base en sistemas modulares de energía solar, establecidos en el mismo sitio o muy cercano a la demanda.

En zonas marginadas e inaccesibles del país se puede incidir significativamente en el mejoramiento de la calidad de la vida al proporcionar sistemas autosuficientes con base en energía solar.

Diagnóstico

Con excepción de la energía solar, donde se ha desarrollado de manera aislada investigación científica y tecnológica por diversas instituciones nacionales, ha sido moderado el avance que se ha tenido en las investigaciones de las otras fuentes renovables de energía.

El norte del país forma parte del cinturón más soleado del mundo, constituido por zonas secas y relativamente libre de nubes que incluyen el mayor número de las tierras áridas, por lo que presenta características promisorias de investigación y desarrollo de la energía solar. En algunas regiones, como la cuenca del Golfo de California, se tienen condiciones favorables para la combinación de energía solar, energía geotérmica y energía mareomotriz, para la generación de electricidad y desalación de agua de mar.

Actualmente el esfuerzo realizado en investigación, aunque meritorio, no ha tenido el apoyo institucional adecuado y los avances logrados son mínimos si se comparan con los realizados en otros países. Falta un programa sistemático interdisciplinario y multinstitucional de investigación y desarrollo que incluya desde la investigación básica hasta la operación de prototipos pilotos y semicomerciales, con contrapartes internacionales, que cierren la brecha científico-tecnológica de México con otros países.

Entorno significativo

El país cuenta con un reducido número de investigadores en el campo de la energía solar, por lo que es necesario dar prioridad a la preparación de recursos humanos a nivel de posgrado.

Es necesario también promover programas conjuntos internacionales

les con países que han tenido avances significativos en el uso de la energía solar como los Estados Unidos, Israel, Francia, la República Federal de Alemania y la India, y establecer mecanismos de apoyo financiero a la investigación y desarrollo de la energía solar en México.

Las acciones que afectarán al objeto focal, así como las que tiendan a modificar el entorno significativo, se mencionan a continuación:

- Integrar comités interdisciplinarios y mult institucionales para actualizar los resultados de la investigación científica y tecnológica en el área de fuentes renovables de energía (solar, eólica, biogas, mareomotriz y otras).
- Establecer programas prioritarios de preparación de recursos humanos en maestría y doctorado para fuentes renovables de energía, con especialidad en energía solar.
- Realizar convenios internacionales de intercambio científico y tecnológico para lograr en el menor tiempo posible la transferencia científica y tecnológica de los países más avanzados en esta área.
- Crear un fondo de recursos nacionales e internacionales para apoyar proyectos específicos de investigación y desarrollo en fuentes alternas de energía, así como para fortalecer la infraestructura científica y tecnológica en este campo.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico sobre

1. Energía solar:

- Evaluación de los recursos solares de México.
- Conversión directa de energía solar a energía eléctrica.
- Acondicionamiento solar del ambiente (sistemas activos y pasivos de calentamiento y enfriamiento, invernaderos y secaderos solares, etcétera).
- Calentamiento de agua.
- Procesos térmicos solares para generación de electricidad.
- Aprovechamiento de energía solar para producción de energía térmica con aplicaciones industriales y comerciales.

2. Energía eólica:

- Evaluación de los recursos eólicos de México.
- Investigación del estado del conocimiento.

3. Energía mareomotriz:

- Evaluación de los recursos de energía mareomotriz de México.
- Investigación del estado del conocimiento.

4. Biogas:

- Análisis de alternativas tecnológicas para el uso de biogas en comparación con energéticos convencionales.

6.3.8 Recursos faunísticos

Objetivos

- Conocer los recursos faunísticos aprovechables en las distintas regiones bióticas y ecosistemas existentes en el país, evaluando su estado poblacional actual y potencial reproductivo.
- Determinar la dinámica poblacional, estructura y funcionamiento de las comunidades de animales silvestres de interés económico y mediano.
- Precisar los factores ecológicos que permitan establecer las mejoras ambientales más convenientes en un determinado ecosistema, para elevar la productividad de una o varias especies de interés económico, sin alteración grave e irreversible del ecosistema.
- Estudiar los sistemas actuales de explotación de la fauna silvestre realizados directamente por distintas comunidades humanas, relacionando los aspectos ecológicos con la situación socioeconómica de éstas.
- Considerar a la fauna silvestre uno de los principales actores en el funcionamiento y mantenimiento de los ecosistemas y tener en cuenta esta circunstancia, en el diseño, planeación y establecimiento de áreas protegidas y reservas territoriales de la nación.
- Investigar y diseñar las metodologías tecnológicas para establecer la cría masiva, domesticación y semidomesticación de especies silvestres de alto valor comercial internacionalmente.

Justificación

Los objetivos propuestos incidirán, en general, en el aprovechamiento integral y sostenido de los recursos faunísticos, de acuerdo con la filosofía de conservación y preservación del medio ambiente implementada por el actual Gobierno Federal, en la cual es un factor prioritario el desarrollo y mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades rurales.

En particular, permitirán establecer sobre fundamentos ecológicos las temporadas y cuotas de cosecha anual, temporadas anuales o permanentes de veda, las áreas óptimas de explotación y las que sea necesario cerrar a esta explotación. Asimismo en el establecimiento y promoción de cotos de caza, ranchos cinegéticos y temporadas experimentales de caza.

El lograr el estado deseable del recurso faunístico será de importancia en la conservación a largo plazo de nuestra riqueza de especies animales silvestres. Al mismo tiempo, permitirá el desarrollo de la ecología básica y la formación de recursos humanos preparados en el manejo de fauna silvestre, enriqueciendo el acervo científico nacional y la implementación de nuevos procesos tecnológicos.

Diagnóstico

La fauna mexicana es una de las más ricas y diversificadas en el mundo. Su uso y explotación está legalmente restringida a la actividad cinegética, a pesar de lo cual es explotada por las poblaciones rurales y existe un tráfico inmoderado e ilegal.

Varias especies silvestres mexicanas (vivas o sus productos) tienen un alto valor comercial; existe una exportación de animales silvestres

y sus productos menor a la importación de los mismos.

Esta gran diversidad faunística es hasta cierto punto una limitación para el desarrollo del objeto focal hacia un estado deseable, en vista de que implica la necesidad de contar con un buen número de investigadores en ecología animal y manejo de fauna silvestre. Actualmente los investigadores especializados en estas disciplinas, considerando los distintos grados académicos, no llegan a media centena.

Es por eso que los grupos de investigación ligados con estaciones biológicas y reservas faunísticas, ecológicas y de la biósfera son los que mayor incidencia tienen sobre el desarrollo del estudio de los recursos faunísticos.

Entorno significativo

En el caso de los recursos faunísticos terrestres habrá que actuar en dirección al cambio de la legislación vigente, la cual prohíbe cualquier aprovechamiento del recurso que no sea de particulares inscritos en un club de caza. Esta situación ha originado una desvalorización y una explotación desmedida de estos medios.

En general, el estudio de la fauna silvestre implica la necesidad de contar con periodos largos de tiempo, especialmente si se trata de estudios ecológicos (dinámica de poblaciones, factores ambientales, establecimiento de criaderos, etcétera). Debe considerarse el apoyo financiero continuo para las investigaciones a realizar, al mismo tiempo que se debe prever la formación de recursos humanos especializados en ecología animal y manejo de fauna silvestre.

Las áreas de reserva, estaciones biológicas y refugios faunísticos deben ser incrementadas para incluir la mayor parte de los ecosistemas representados en el país, estabilizando la tenencia de la tierra en la cual actúan, así como reforzando la infraestructura física, humana y financiera de las actualmente existentes.

Las fuentes de financiamiento nacionales e internacionales deberán dirigirse a proyectos de investigación que involucren animales silvestres susceptibles de aprovechamiento por parte de las comunidades humanas rurales, coordinándose con instituciones de investigación mexicanas y las dedicadas a la administración de los recursos faunísticos. Este punto es muy importante, ya que de esta coordinación depende el éxito para la obtención de los objetivos propuestos.

Colateralmente deberán impulsarse las siguientes actividades:

- Reforzar la infraestructura física y humana de las estaciones biológicas existentes en el país, avocadas al estudio de la fauna silvestre y al apoyo de colecciones científicas y publicaciones zoológicas existentes.
- Formar recursos humanos en ecología animal y manejo de fauna silvestre. Es importante reforzar los estudios ecológicos básicos que sobre productividad primaria y secundaria, herbívora y granívora (relaciones planta-animal), dinámica poblacional, estructura y funcionamiento de comunidades animales, etcétera, se están realizando por varias instituciones de investigación.

- Apoyar estudios multidisciplinarios en los que se consideren los aspectos ecológicos (bióticos y abióticos) con los de tipo socioeconómico.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Inventario faunístico de la provincia biótica de Tamaulipas, de Yucatán, de la selva lacandona de Chiapas y de Sinaloa.
2. Dinámica de la población del venado cola blanca, del borrego cimarrón, de la tortuga del desierto en el Bolsón de Mapimí, del pavón en el estado de Chiapas y de la paloma de alas blancas en Tamaulipas. Estudios de las comunidades herbívoras en la selva alta perennifolia, en Quintana Roo y selva lacandona, Chiapas, de la fauna del suelo en la selva lacandona, Chiapas y Gómez Farías, Tamaulipas y estudio de la alimentación del tepezcuintle, pecarí y crácidos de regiones tropicales húmedas.
3. Estudios sobre el desarrollo de la población del venado de cola blanca en bosques secos de pino y encino de la Sierra Madre Occidental, de la fauna silvestre aprovechable en acahuales de la selva tropical perennifolia en el sur y sureste del país.
4. Comparación de los sistemas de explotación realizados por un grupo étnico, nuevos colonos y campamentos petroleros en la selva tropical perennifolia, y entre diversas poblaciones rurales que habitan distintos tipos de ecosistemas.
5. Estudios sobre la forma y el área mínima para el diseño de reservas ecológicas, tomando de base la fauna silvestre.
6. Diseño y tecnologías en la cría masiva y controlada de animales silvestres de alto valor comercial: guacamaya, tortuga del desierto, lagartos y cocodrilos crácidos.
7. Tecnologías adecuadas para la preparación de pieles de animales silvestres, y la extracción y conservación de venenos de animales silvestres.

6.3.9 Recursos naturales vegetales

Objetivos

- Fomentar la investigación para evaluar y priorizar los recursos vegetales que posee el país. Para ello se investigará en forma coordinada y metódica la identificación de los principales recursos vegetales con los que se cuenta dando especial atención al conocimiento tradicional que tienen diversos grupos étnicos sobre estos recursos. Esta información se pondrá a disposición de la comunidad científica mexicana para que evalúe y promueva los recursos que ayuden al desarrollo del país.
- Apoyar investigaciones que promuevan la sustitución de importaciones de materias primas de origen vegetal, ya sea a partir de las especies silvestres o con la introducción de especies cultivadas que se adapten a las condiciones ecológicas del país.
- Realizar investigaciones tendientes a conservar el patrimonio genético de especies útiles de la flora mexicana y auspiciar investigaciones para utilizar y enriquecer ese patrimonio con introducciones o rein-

roducciones de diversas especies, procedentes de diversas partes del mundo.

- Auspiciar investigaciones básicas sobre los cultivos principales del país como maíz, frijol, calabaza, para conocer con mayor profundidad materias primas fundamentales para el desarrollo. Formar personal capacitado en las técnicas, métodos y conocimientos más avanzados sobre estas especies vegetales.
- Apoyar investigaciones tendientes a asegurar la renovación de ecosistemas que contengan especies de importancia económica actual o potencial para el país.
- Fortalecer y ampliar los centros de investigación en zonas ecológicamente estratégicas del país, para llevar a cabo las investigaciones en las mismas regiones en donde están los recursos vegetales identificados como de alta prioridad.
- Fomentar investigaciones y centros de investigación que se mantengan actualizados sobre los avances que en el mundo se realizan sobre nuevos recursos vegetales de interés económico y difundir esa información a todos los centros de investigación mexicanos.
- Fortalecer los programas de intercambio científico en México y en el extranjero que tengan como objetivos la investigación concreta de recursos vegetales prioritarios para el país.

Diagnóstico

Las investigaciones para el uso de los recursos vegetales tienen prioridad, debido a que constituyen las materias primas fundamentales para el desarrollo del país. México posee una enorme riqueza de recursos vegetales, algunos de ellos sobre-explotados, otros sub-explotados y otros que permanecen como recursos potenciales.

Las investigaciones sobre el uso de los recursos vegetales del país han sido escasas, descoordinadas, sin continuidad y no siempre han tenido carácter institucional. Como consecuencia el país importa recursos vegetales: alimentos, grasas y aceites, aceites esenciales, colorantes, resinas, madera y otros. Y no aprovechan recursos de enorme importancia económica como el barbasco, la jojoba, las fibras duras y la vainilla.

No tenemos ningún centro bien organizado para la introducción de especies vegetales de interés económico de otras partes del mundo. Al contrario, las plantas mexicanas están ampliamente difundidas en centros de introducción de plantas en varios países e incluso son fuente importante de desarrollo económico de algunos de ellos, tal es el caso, por ejemplo, de los agaves, de los pinos, de las leguminosas y del maíz silvestre.

Entorno significativo

Las investigaciones para este objeto focal son fundamentalmente investigaciones aplicadas.

Se deberá involucrar a las asociaciones de industriales y otros productores que requieren diferentes materias primas de origen vegetal; se debe-

rá proteger aquellas industrias nacionales que apoyen investigaciones para la sustitución de importación de materias primas y dar estímulos fiscales a las que exporten materia prima de origen vegetal mexicano.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico sobre

1. La renovación de los recursos vegetales de México.
2. Selección y cultivo de árboles nativos tropicales de rápido crecimiento para fines industriales.
3. Materias primas derivadas de recursos vegetales silvestres o cultivados que sustituyan importaciones.
4. Nuevos productos industriales derivados de plantas silvestres mexicanas: nuevos fármacos, nuevos aceites esenciales, nuevos plaguicidas, resinas, etcétera.
5. Domesticación de especies mexicanas o exóticas de interés económico.
6. Uso y manejo de los recursos vegetales por distintos grupos étnicos.
7. Localizar la flora útil del país.
8. Técnicas silvícolas para el aprovechamiento de bosques naturales.
9. Uso de los recursos forestales como proveedores de materias primas para la vivienda.

6.3.10 Uso de los recursos marinos

Objetivos

- Fortalecer el apoyo a los programas de investigación que permitan la evaluación de los recursos marinos en la Zona Económica Exclusiva.
- Fomentar las investigaciones que desarrollen tecnologías para el mejor manejo y aprovechamiento de los recursos marinos, tales como sistemas de conservación a bordo, formas de representación de bajo costo y alta calidad, desarrollo de alternativas tecnológicas a la reducción de especies pelágicas para su uso alimenticio directo, desarrollo de tecnologías que permitan la producción de harinas a partir de recursos cuyo uso alimenticio directo no sea factible.
- Aplicar investigaciones para el desarrollo de nuevas técnicas y métodos de explotación pesquera en aguas tropicales que contemplen la conservación de las especies.

Justificación

La evaluación de recursos marinos de la Segunda Zona Económica —2ZE— permitirá la planeación de las flotas nacionales y el manejo adecuado de los conflictos internacionales que de ello se deriven, con el consecuente beneficio en alimentos y divisas.

El desarrollo de tecnologías nacionales de procesamiento de productos pesqueros permitirá romper con el modelo del enlatado, demasiado costoso para el mercado nacional, fomentará el consumo interno y reorientará el modelo adoptado por la industria sardinera y anchovetera, ya que se podrá ofrecer mayor cantidad de proteína directa como alimento

y suplir la demanda de los alimentos balanceados.

El desarrollo de metodologías y técnicas para la explotación de recursos marinos tropicales permitirá fortalecer la pesca ribereña y romper con los modelos de explotación de aguas templadas que son inadecuados para la explotación de recursos tropicales dada su alta diversidad.

Diagnóstico

Las investigaciones sobre el uso de los recursos marinos tienen implicaciones en la alimentación, la producción de insumos industriales como la harina de pescado, el agar-agar, pieles, y la captación de divisas. Estos recursos afrontan problemas que impactan económica y socialmente a diversos grupos de nuestra sociedad. Algunos recursos acuáticos involucran intereses nacionales como es el caso de los túnidos y los picudos.

Actualmente los estudios sobre el uso de los recursos marinos se realizan principalmente en el sector público, tanto en instituciones de Secretarías de Estado como en instituciones de investigación académica.

Entorno significativo

Hasta hace pocos años el sector productivo ligado a los recursos acuáticos había sido un pescador recolector sin interés en los sistemas de explotación racional y en las técnicas de acuicultura. Por lo mismo el financiamiento del sector productivo ha sido escaso.

Se deberá interesar al sector productivo a que participe en la coordinación de los programas de investigación sobre el uso de los recursos marinos. De igual forma se deberá motivarlo en la aportación financiera para el desarrollo de los programas, evaluar el campo de trabajo de los profesionales egresados de los centros de educación superior y que están preparados para labores de investigación.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico para

1. Evaluar los recursos humanos y materiales de que dispone cada institución, así como los proyectos en que está participando.
2. Estimar los recursos de la Zona Económica Exclusiva.
3. Explotación óptima de los recursos naturales en zonas tropicales.
4. Administración que permitan una explotación óptima de las pesquerías industriales.
5. Fomentar alternativas de uso de los recursos que tiendan a la transformación de los modelos vigentes de empaque.
6. Impulsar alternativas para suplir la harina de sardina y anchoveta de los alimentos balanceados.

Objetivos

- Desarrollar tecnologías que permitan un manejo óptimo de los recursos dulce-acuícolas en ríos, presas, lagos, lagunas, canales y estanques. Estas tecnologías deben comprender la selección de especies que compartan un mismo reservorio acuático, a fin de obtener la mayor producción de proteínas por unidad de área, la producción de crías y la difusión de métodos para el manejo de las especies en condiciones intensivas y extensivas.
- Realizar investigaciones que determinen los factores que inciden en el uso inadecuado de los reservorios acuáticos, tales como la calidad del agua en nuestras principales cuencas.
- Apoyar investigaciones sobre selección y mejoramiento de razas, diseños de nuevas metodologías para desove y cría de estadíos larvarios, tecnologías para la producción de alimentos para peces con insumos derivados de recursos naturales nacionales, así como para el desarrollo de tecnologías que permitan la protección y el fomento de la flora acuática que constituye una base importante para la productividad de los sistemas acuáticos continentales.

Justificación

El manejo científico con base en tecnologías apropiadas por parte de los diferentes sectores que interactúan con los reservorios acuáticos continentales permitirá obtener proteínas de alta calidad y proteger las especies acuáticas nativas, ya sea por métodos intensivos o extensivos. La difusión de estas tecnologías permitirá que las propias comunidades hagan un uso racional de estos recursos.

El conocimiento de los factores que inciden en un mal uso de los recursos acuáticos permitirá coordinar acciones de todos los sectores involucrados para lograr reservorios acuáticos de alta calidad ecológica y la adecuada explotación de tales recursos en aguas continentales. La producción de alimentos nacionales para peces permitirá romper la dependencia de los alimentos balanceados.

Diagnóstico

El uso múltiple de nuestros mantos acuáticos continentales para la agricultura, generación de electricidad, agua potable, vertedero de desechos, etcétera, limita la investigación al no existir la coordinación necesaria que permita compatibilizar los usos del agua con sistemas extensivos e intensivos de fomento de los recursos dulce-acuícolas.

Un requisito indispensable para el fomento de los recursos dulce-acuícolas consiste en la calidad del agua, por lo que se deberán concertar acciones conjuntas en materia de investigación para garantizar cantidad y calidad de agua para el desarrollo de las acuaculturas y las pesquerías en aguas continentales.

Otro factor limitante consiste en la ausencia de investigaciones para la selección de razas adaptadas al mosaico climático de las aguas continentales, así como investigaciones que desarrollen tecnologías para la

producción de crías y la producción de alimentos con insumos de cada región, ya que actualmente existe dependencia del exterior en cuanto a la producción de crías de algunas especies, así como dependencia en la producción de alimentos balanceados.

Entorno significativo

El entorno de los recursos dulce-acuícolas está caracterizado por la dispersión del sector productivo y su falta de interés hacia este recurso, lo que ha determinado ausencia de financiamiento del propio sector.

Los recursos financieros disponibles de origen federal y de los estados han sido limitados para la magnitud de las acciones que se requieren desarrollar. Los centros de educación superior actualmente producen técnicos y profesionales suficientes para esta actividad, pero la limitación de financiamiento de programas de desarrollo de la explotación y fomento de estos recursos ha impedido la orientación de los recursos humanos existentes a acciones concretas en ese campo.

Las acciones necesarias serán:

- Coordinar a todos los sectores que intervienen en el área de investigación de recursos dulce-acuícolas.
- Integrar una coordinación con todas las instituciones y sectores que intervienen en el uso de los reservorios acuáticos continentales, tanto desde el punto de vista benéfico como desde el punto de vista dañino.
- Realizar un gran programa para sensibilizar a los sectores productivos sobre el uso de los recursos dulce-acuícolas.
- Investigar el uso de los recursos estuarinos y determinar los factores que influyen en la calidad ambiental y el deterioro ecológico de los sistemas lagunarios costeros.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Evaluación de los recursos humanos y materiales que participan en el área de recursos dulce-acuícolas.
2. Determinación de los factores que influyen en la calidad ambiental de las aguas continentales.
3. Marco climático de los reservorios acuáticos.
4. Tecnologías acuaculturales extensivas e intensivas apropiadas para cada marco climático.
5. Selección y mejoramiento de razas.
6. Fomento de tecnologías que permitan la producción de alimentos balanceados.
7. Prospección de los grandes vasos de agua.
8. Técnicas que permitan un manejo óptimo de las pesquerías en aguas continentales.

6.4 Investigación sobre uso de recursos naturales no renovables

6.4.1 Desarrollo y adaptación de tecnología para la producción de minerales no metálicos

Objetivos

- Definir las necesidades nacionales prioritarias en minerales no metálicos.
- Implantar programas de desarrollo y adaptación de tecnología para el beneficio y procesamiento de minerales no metálicos y coordinar los programas existentes.
- Impulsar programas de investigación aplicada para lograr la sustitución de materiales poco disponibles por aquellos de mayor abundancia y fácil acceso en el ámbito de los no metálicos.
- Lograr la realización de proyectos industriales de corto periodo de maduración en:

Producción de caolines de alta pureza.

Producción de bentonitas.

Utilización de minerales no bauxísticos en la producción de alúmina.

Obtención industrial de sales de potasio, boro, litio y bromo.

Justificación

Al cumplir con los objetivos señalados se podrán satisfacer renglones de la producción nacional que ahora afrontan importantes huecos tecnológicos derivados no de la ausencia de materia prima nacional, sino de la falta de tecnología apropiada para el beneficio de los materiales que se señalan.

Diagnóstico

En nuestro país, la explotación y beneficio de los minerales no metálicos tiene características extractivas solamente, lo que se refleja en la falta de integración del sector minero, especialmente caolines, feldespatos, fosforitas, sílice de alta pureza, bentonitas y baritas, propiciando así una fuerte dependencia de la industria nacional de fuentes de suministro extranjeras de estos materiales.

Entorno significativo

El logro de los objetivos que se indican estará condicionado a la posibili-

dad de coordinar acciones concretas de investigación y desarrollo de tecnologías entre institutos de investigación, sector industrial y dependencias oficiales del sector. Por ello, será necesario incluir cambios en la legislación actual que aseguren el usufructo nacional de los fondos mineros para usos industriales, para así buscar mercados en otros países del desarrollo que resulte del beneficio de minerales no metálicos.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Caracterización de los minerales no metálicos disponibles en el país.
2. Desarrollo a nivel de laboratorio, planta piloto y de demostración, de esquemas tecnológicos para beneficio de minerales no metálicos.
3. Investigaciones orientadas a hacer eficiente la extracción, beneficio y uso de minerales no metálicos.

6.4.2 Uso de los crudos pesados

Objetivos

- Disponer a nivel de comercialización de la tecnología para el tratamiento de los crudos pesados y la separación de la fracción asfáltica.
- Disponer de la o las tecnologías para utilizar esta fracción asfáltica en forma eficiente, con alta disponibilidad del o de los procesos y reducir el impacto en el medio ambiente.

Justificación

Alcanzar los objetivos propuestos llevará a reevaluar las reservas de crudos pesados ya que en el presente existen pocas instalaciones en donde se pueden procesar. Al tener tecnología probada para procesar el crudo y utilizar los subproductos pesados significará que estaremos a la vanguardia en el saber cómo utilizar estos crudos, lo que nos pondrá en una buena posición para vender tecnología, ya que a nivel mundial los recursos que se descubren y que deberán explotarse en el futuro son de calidad decreciente; en México ya nos enfrentamos a esta situación por otras razones.

Diagnóstico

Dos tercios de los crudos mexicanos son pesados, es decir, de bajo índice API, lo cual es indicativo de un alto contenido de asfaltenos; éstos contienen la mayor parte de los metales (ej. V, Ni, etcétera) y del azufre. En el crudo Maya se han observado contenidos de 15 por ciento en peso de asfaltenos, 3.0 por ciento en peso de azufre y 300 ppm de vanadio. Estos crudos no se pueden procesar en las refinerías actuales más que en mezclas con crudos ligeros y a concentraciones de menos del 30 por ciento, porque éstas fueron diseñadas sólo para crudos ligeros; con los crudos pesados éstas aumentan su indisponibilidad en forma significativa. Actualmente en otros países se están desarrollando

las técnicas para procesar estos crudos y utilizar los subproductos pesados resultantes. Por otra parte existe apoyo de PEMEX e interés de la CFE para lograr el objeto focal planteado.

Entorno significativo

Para obtener resultados satisfactorios de los objetivos propuestos es necesario impulsar las siguientes acciones:

- Cooperación continuada entre PEMEX, IMP, CFE e IIE, y con instituciones análogas en el extranjero.
- Colaboración de los centros de investigación del sector educativo en aspectos básicos de los proyectos.
- Disponibilidad de recursos humanos altamente calificados y de bienes de capital.
- Apoyo para obtener asesoría técnica a través de los convenios bilaterales internacionales.
- Generación de mecanismos de coparticipación del sector productivo con el sector educativo en la formación de recursos humanos altamente capacitados.
- Definición e implantación de políticas de bienes de capital tomando en cuenta las necesidades de este objeto focal.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico para

1. Apoyar la evaluación de la planta de demostración del proceso IMPEX desarrollado por el IMP.
2. Caracterizar física y químicamente los fondos IMPEX (asfaltenos).
3. Encontrar la mejor forma de producir vapor de proceso con los fondos de IMPEX.
4. Otros usos posibles de los fondos IMPEX.

6.4.3 Uso de la geotermia

Objetivos

- Contar con la metodología apropiada para realizar la ingeniería de los yacimientos geotérmicos.
- Utilizar los fluidos geotérmicos de baja y mediana entalpía para usos industriales distintos de la generación de energía eléctrica.

Justificación

En relación con el primer objetivo, el mejorar las herramientas para realizar la ingeniería de yacimientos geotérmicos devendrá en grandes beneficios a la geotermia, en especial dos:

- Acortar el tiempo entre la etapa de la terminación de los pozos y la instalación de la planta correspondiente a la capacidad total del yacimiento.

- Optimizar la explotación sin los problemas de sobreproducción ya observados en algunas instalaciones.

En relación con el segundo objetivo existe una gran cantidad de yacimientos geotérmicos de baja y mediana entalpía (menos de 250°C) que podrán proveer calor de proceso a diferentes tipos de industrias sin requerir diésels ni combustóleos en calderas de vapor de proceso. De esta manera, se podrá iniciar un programa de diversificación de energéticos en el sector industrial.

Diagnóstico

En el presente, con los pozos perforados y listos para ser inducidos, se requiere de un tiempo largo de producción para poder determinar con precisión la capacidad de la instalación industrial o eléctrica que puede soportar el yacimiento. Con las unidades móviles de boca de pozo, en el caso eléctrico, es factible tener los pozos produciendo para monitorear el comportamiento del campo así como generar electricidad al mismo tiempo. Con todo y esto, la interpretación correcta de los datos de producción de los pozos depende de la metodología utilizada y es aquí en donde se tienen lagunas, sobre todo en campos de tipo fracturado diversificados.

La Comisión Federal de Electricidad ha venido apoyando internamente, así como el IIE, actividades relacionadas con el desarrollo de la metodología de la ingeniería de yacimientos geotérmicos. Recientemente se ha tratado de transferir tecnología petrolera, pero los sistemas son más complejos en geotermia y no se adaptan fácilmente.

En cuanto al uso directo del calor geotérmico para la industria, el sector industrial es el segundo consumidor más grande de kilocalorías provenientes de petróleo y gas, y a la fecha no se ha hecho ningún esfuerzo serio por diversificar este sector a otro combustible primario.

En relación a las aplicaciones caloríficas directas de la geotermia a la industria poco se ha hecho, con excepción de algunos ensayos piloto en Cerro Prieto por una compañía privada en el área agropecuaria.

Entorno significativo

Es necesario impulsar las siguientes acciones tendientes al logro de los objetivos enunciados:

- Elaborar políticas afirmativas de diversificación de fuentes de energía y de nuevos usos de recursos no renovables.
- Impulsar programas de apoyo a la investigación básica y aplicada en las áreas incidentes.
- Buscar mecanismos de vinculación entre los diversos sectores para acciones conjuntas.
- Disponer de recursos humanos capacitados y de bienes de capital.
- Apoyar convenios bilaterales y multilaterales para tener acceso a expertos en disciplinas específicas. En algunas acciones relacionadas con el uso de la geotermia para el sector industrial, utilizar el programa de riesgo compartido, generar mecanismos de coparticipación del sector productivo con el sector educativo en la formación de recursos humanos

altamente capacitados y definir e implantar políticas de bienes de capital tomando en cuenta las necesidades de este objeto focal.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Interpretación de pruebas de pozos y comprobación experimental.
2. Interpretación de ensayos químicos e isotópicos de los fluidos geotérmicos.
3. Medición e interpretación de propiedades físico-químicas de núcleos de roca obtenidos y en condiciones de fondo de yacimientos.
4. Simulación numérica de los yacimientos vistos en forma global.
5. Inventario de industrias que, por las características de los procesos que usan, pueden utilizar el calor de los fluidos geotérmicos de mediana y baja entalpía (menos de 250°C).
6. Experimentos piloto, si es necesario, en aquellos procesos correspondientes a subsectores industriales en donde se tenga mayor impacto de sustitución de derivados energéticos de petróleo y gas, determinados en el inventario mencionado.

6.4.4 Establecimiento de condiciones para la diversificación energética, incorporando el empleo del uranio como fuente primaria de energía

Objetivos

- Lograr la definición del programa nucleoelectrico nacional.
- Disponer de la tecnología para los procesos del ciclo del combustible fisionable, a nivel de laboratorio.
- Conocer la factibilidad de captación y adaptación de tecnologías para el diseño y fabricación de componentes de reactores nucleares de fisión convencionales, contando con el respaldo científico y tecnológico necesario.
- Conocer las opciones de participación en el desarrollo de reactores de fisión de tipos avanzados. Coordinar convenios de participación e implementar los experimentos correspondientes.
- Contar con los recursos humanos necesarios para la realización eficiente y oportuna de los objetivos anteriores.

Justificación

De las opciones para diversificar las fuentes de energía en el país, la nuclear es la única que puede contribuir en gran escala en el mediano y largo plazos. De no establecerse a corto plazo un programa nucleoelectrico, a largo plazo habrá deficiencia en el suministro de energía eléctrica a menos que se importen combustibles fósiles.

Cumplir con los objetivos anteriores permitirá al país involucrarse en un programa nucleoelectrico a largo plazo con perspectivas amplias de autodeterminación tecnológica en el campo de la energía nuclear. Por otra parte, se contará con los elementos adecuados para asegurar la máxima participación nacional en el suministro de bienes y servicios, para el programa vinculando el sector de investigación y desarrollo al sector industrial.

Diagnóstico

La cancelación reciente de la licitación internacional para adquirir una segunda central nucleoelectrica para México y la consiguiente invalidación del programa nucleoelectrico previsto por la CFE, coloca al país en una situación de indefinición al respecto. Las actividades de investigación y desarrollo actualmente programadas y en proceso, en relación con las aplicaciones energéticas de la ciencia y la tecnología nucleares, están circunscritas a la demanda planteada por la construcción de la central nucleoelectrica de Laguna Verde.

Entorno significativo

Lograr los objetivos planteados estará fuertemente condicionado por el esfuerzo coordinado de las instituciones del sector energético (subsector nuclear) y por una estrecha vinculación entre dicho sector y los sectores de investigación y desarrollo, de educación superior e industrial. Celebrar convenios bilaterales y multilaterales entre ellos garantizará el logro de los objetivos propuestos y, en particular, permitirá realizar eficientemente las tareas siguientes:

- Análisis técnico-económico del suministro nacional de energía eléctrica a largo plazo y de las opciones tecnológicas de reactores nucleares de potencia.
- Estudios de factibilidad para la producción nacional de bienes y servicios específicos para reactores nucleares de potencia convencionales.
- Programas de formación de técnicos e investigadores en ciencia y tecnología nucleares.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Implantación, a nivel laboratorio, de las tecnologías asociadas a los procesos del ciclo del combustible nuclear: concentración de uranio, refinación y conversión, enriquecimiento isotópico, fabricación de elementos combustibles.
2. Realización de los trabajos de investigación y desarrollo tecnológico de respaldo, para la captación y adaptación de tecnología, en relación con la producción nacional de bienes y servicios específicos para reactores nucleares de fisión, de acuerdo con los planes que se concreten de integración industrial.
3. Análisis de la viabilidad de la participación de México en proyectos multinacionales para el desarrollo de reactores avanzados. Concretados los acuerdos procedentes, implantar en el país los experimentos concertados de investigación orientada y desarrollo de tecnología de materiales y componentes a escala de laboratorio.

6.4.5 Planeación del uso óptimo de los recursos no renovables

Objetivos

- Contar con un sistema coordinado de las fuentes de información sobre recursos no renovables del país, estandarizar la información y establecer bancos de datos.

- Establecer sistemas de análisis y de modelación computarizados para el diseño y confrontación de escenarios y estrategias, como apoyo a la planeación.
- Lograr una multiplicación y maduración de los esfuerzos en investigación y desarrollo de la tecnología de modelación y las disciplinas que la nutren.
- Crear los recursos humanos necesarios para alcanzar los objetivos anteriores.

Justificación

Una planeación racional requiere, como punto de partida, de un conocimiento completo del papel de los recursos no renovables en la economía nacional. Para cada recurso se requiere saber su disponibilidad en el país, utilización, grado de importación tanto en bruto como en productos manufacturados, etcétera. Pero, a su vez, se requiere de una herramienta ágil para analizar la información y de una capacidad humana y tecnológica para diseñar y confrontar escenarios y estrategias globales que sirvan de apoyo en la planeación a mediano y largo plazos. El desarrollo de una capacidad humana y tecnológica en análisis de sistemas y modelación trasciende el área de recursos no renovables y tendrá incidencia en muchas otras.

Diagnóstico

El primer esfuerzo de modelación en México se desarrolló con el apoyo del Banco Mundial y su propósito fue determinar las inversiones en el sector eléctrico. Paralelamente, se desarrolló un modelo cuyo propósito era analizar la interdependencia entre petróleo, electricidad y acero.

Debido al gran interés que hay en México por este campo se han desarrollado varios modelos, no sólo para el sector de energía sino también en relación a la economía nacional. En el último aspecto, la SHCP, la SEPAFIN (hoy SEMIP), el Banco de México, la Oficina de Asesores del Presidente y PEMEX han realizado esfuerzos importantes.

En el sector petrolero, PEMEX ha desarrollado los trabajos más importantes. Parte de éstos se orientaron hacia la vinculación entre CFE y PEMEX para coordinar los aspectos de planeación de estas dos empresas; otros, se orientaron hacia la planeación de la producción y distribución de hidrocarburos y, finalmente, hacia la planeación de instalaciones futuras del sector energético que requieran de suministros de petróleo y productos petroquímicos.

En el sector eléctrico, la CFE ha desarrollado modelos para la planeación integral de sistemas de potencia eléctrica y de políticas de largo plazo en equipo de generación.

Además de estos esfuerzos, se han hecho otros en instituciones nacionales tales como: la UNAM, la Comisión de Energéticos, el IMP, el CIDE y el IIE. Sin embargo han sido esfuerzos independientes; fomentar la interacción entre estos y otros grupos propiciará el establecimiento de un sistema global de planeación que incorporará los diferentes aspectos económicos y sociales de la problemática de los recursos no renovables.

Entorno significativo

Para lograr los objetivos expuestos es necesario establecer una estructura suficientemente flexible, que permita incorporar la información existente y generar los mecanismos de obtención de nueva información para conformar un sistema, confiable y operativo, de flujo de información estandarizada, y promover la participación y vinculación de todos los sectores públicos y privados, con grupos e instituciones nacionales y extranjeras, que son líderes en el campo de análisis de sistemas como la IIAGA, y además impulsar la formación de recursos humanos.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Elaboración de la matriz producción, importación y uso final de los recursos no renovables.
2. Sistematización de la información y crear un banco de datos.
3. Análisis de los modelos en uso para establecer deficiencias, posibilidades de adaptación y extensión y desarrollar una metodología de validación de modelos.
4. Desarrollo de nuevos modelos.
5. Estudios sobre teoría de decisiones y planeación, de modelación econométrica y de optimización.

6.4.6 Establecer condiciones para la invención, innovación y desarrollo de tecnologías de uso final de los recursos no renovables

Objetivos

- Contar con centros de investigación dedicados al desarrollo de nuevas propiedades, productos y aplicaciones de los recursos no renovables, de tal forma que se multipliquen sus posibles usos finales y se les dé un valor agregado económico y social.
- Formar grupos de científicos y técnicos que anticipen cambios en la estructura de demanda de los recursos no renovables y efectúen los adelantos tecnológicos necesarios para hacer frente a esos cambios.

Justificación

Lograr los objetivos significará que México tendrá una mayor participación en la elaboración y diseño de miles de productos finales que se encuentran en el mercado con base en ideas de procedencia extranjera. Permitirá, por otro lado, exportar tecnología y productos derivados de nuestros recursos no renovables a otros países y creará condiciones de mercado que se traducirán en un mayor y mejor organizado aprovechamiento interno de nuestros recursos.

Logrará, además, anticipar y participar en la creación de nuevos patrones y esquemas internacionales de consumo y dar mayor independencia a México para establecer sus patrones internos, lo cual significará hacer un uso más racional de nuestros recursos y haber desarrollado una capacidad integral del *saber hacer*, es decir, desde aquella para la extracción del recurso hasta la de su aplicación final.

Diagnóstico

Actualmente, la mayor parte de los esfuerzos del país se han orientado a la satisfacción de la demanda de recursos no renovables que plantea el país. Esta demanda está ahora fuertemente establecida por los desarrollos tecnológicos del exterior en los aspectos terminales de los recursos (autos, aviones, plásticos, fármacos, aparatos eléctricos, etcétera) por los que, además, México paga regalías incluso en sus aspectos más triviales.

Por otro lado, de alterarse en forma significativa la demanda de los recursos no renovables (por ejemplo, en el desarrollo de transportes no dependientes de los hidrocarburos), México podrá encontrarse en la desventajosa situación de tener una gran planta industrial instalada en torno a recursos que se han tornado obsoletos.

Entorno significativo

La pequeña y mediana industria manufactura productos terminados con base en los recursos no renovables, siguiendo para ello ideas y conceptos externos que podrían haberse desarrollado localmente y en direcciones diferentes.

La legislación referente al pago por patentes y marcas regula pero no prevé ni favorece la investigación y desarrollo locales. La industria extractiva primaria generalmente sólo busca satisfacer demandas y no orientarlas y crearlas.

De lo anterior se observa la necesidad de:

- Realizar estudios sectoriales que permitan la identificación y evaluación de áreas de alta tasa de innovación.
- Establecer incentivos fiscales que propicien el establecimiento por la industria de centros especializados de desarrollo tecnológico.
- Crear mecanismos de apoyo financiero y de evaluación e integración de paquetes tecnológicos para proyectos específicos de innovación o desarrollo.
- Fomentar programas de financiamiento para la realización industrial y comercial de las innovaciones prometedoras.
- Lograr la creación por parte del sector público de centros o institutos de investigación por áreas o sectores (por ejemplo: transportes, plásticos, adhesivos, etcétera), dedicados a la investigación de los usos finales de los recursos no renovables.
- Profundizar en la formación especializada de recursos humanos capaces de participar en estos esfuerzos e investigaciones.
- Establecer los canales de comunicación y vinculación entre todos los sectores e instituciones participantes, para lograr una mayor eficiencia en el aprovechamiento de los desarrollos y recursos y una mejor definición de las estrategias futuras.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico para

1. Obtener, por medio de sistemas alternos, la fuerza motriz en los transportes.

2. Aprovechar novedosamente petroquímicos en plásticos, fibras, elastómeros, adhesivos, pigmentos, etcétera.
3. Producir membranas, aleaciones, cerámicas y materiales en general, con propiedades y usos novedosos.
4. Química y tecnología de fármacos.

6.4.7 Obtención de metales escasos en México

Objetivo

—Conocer, evaluar, estudiar y desarrollar métodos de extracción de metales a partir de desechos de beneficio de extracción e industrialización en general: jales, escorias, chatarras, basuras, etcétera, y también a partir de minerales alternos o fuentes no tradicionales.

Justificación

Al extraerse estos metales, se tendrá la posibilidad de establecer una reserva estratégica de metales escasos o de difícil adquisición. Además, se tendrá un incremento de las reservas por el empleo de métodos de aprovechamiento de fuentes no tradicionales como es el caso del fierro y el aluminio.

Diagnóstico

En la actualidad, la recuperación de los metales escasos a partir de desperdicios es muy limitada y muchos de ellos se pierden en forma que dificultará o imposibilitará su extracción a futuro.

En efecto, prácticamente no hay recuperación de metales de los desechos industriales porque la facilidad y el bajo costo de importación anterior hacían incosteable la recuperación. Por la limitación de las importaciones y el cambio en la paridad de nuestra moneda, cualquier esfuerzo en esta dirección será favorable.

Actualmente existen procesos en otros países para la obtención de metales a partir de minerales no tradicionales, recuperándose, así, otros elementos que hacen atractivo el sistema. Aunque hay otros casos, como el del aluminio, que no ha sido posible realizarlo a nivel económico. En México, la investigación al respecto ha sido limitada.

Entorno significativo

Para lograr los objetivos planteados será necesario contar con fuentes de información técnica y realizar acuerdos internacionales bilaterales con países que tengan tecnología desarrollada. Es necesario promover la producción de bienes de capital y obtener recursos financieros para el desarrollo de la investigación y la realización de los proyectos cuya factibilidad sea comprobada.

Asimismo, se debe motivar el desarrollo de infraestructura, la formación de profesionistas y mejorar la capacidad de los laboratorios de investigación ya existentes en nuestro país; e identificar las reservas

de minerales alternos, coordinar los esfuerzos entre instituciones, promover estímulos fiscales para las industrias que emplean el reciclado de metales escasos, poner a disposición de la industria los mejores resultados obtenidos y desarrollar la capacidad para producir bienes de capital relacionados con la extracción de metales.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico para

1. Aplicar a nivel laboratorio tecnologías desarrolladas en México o en el extranjero.
2. Investigar a nivel laboratorio nuevas tecnologías.
3. Comprobar los mejores resultados en planta piloto.
4. Evaluar técnica y económicamente los mejores resultados obtenidos.
5. Evaluar y operar plantas piloto demostrativas.

6.4.8 Optimizar la obtención de metales y aleaciones

Objetivos

- Evaluar las necesidades y desarrollar métodos de beneficio de minerales y de extracción de metales en cada zona del país.
- Mejorar la eficiencia y disponibilidad de las plantas de beneficio de minerales.
- Estudiar la purificación de metales y obtención de aleaciones desarrollando los métodos adecuados.

Justificación

Al beneficiarse localmente los minerales y/o los concentrados se moverán únicamente productos (precipitados, metales) con menor volumen y mayor valor agregado, liberando los transportes para que éstos sean empleados en productos perecederos, abatiendo los costos y descentralizando los procesos productivos.

En lo que respecta a las plantas ya instaladas, cualquier esfuerzo que se haga para optimizarlas permitirá recuperar los materiales valiosos que actualmente se desechan y que difícilmente se recuperarán a futuro, además de que un incremento en su recuperación bajará los costos.

La producción de metales puros y aleaciones especiales evitará la importación y la consiguiente pérdida de divisas e impulsará el desarrollo equilibrado de la industria y de nuestro país en general.

Diagnóstico

En la actualidad los productos minero-metalúrgicos se transportan largas distancias, desde los yacimientos hasta las plantas de beneficio y fundiciones, siendo en estos casos el costo del flete el que limita e inclusive elimina las posibilidades de aprovechamiento de gran número de yacimientos.

Por otra parte, existe un número reducido de fundiciones y plantas

refinadoras que, debido a que no tienen suficiente capacidad, provocan que se vendan concentrados y metales sin refinar al extranjero, los cuales regresan posteriormente refinados o como aleaciones especiales con un mayor valor agregado.

También se tiene el problema de que la falta de conocimientos o el buscar un beneficio económico inmediato producen ineficiencias, bajas recuperaciones y pérdidas de materiales valiosos o también causan exceso de impurezas que dificultan, además de que encarecen, las etapas de refinación o en última instancia dan como resultado productos terminados de baja calidad.

Entorno significativo

Para lograr los objetivos planteados será necesario contar con fuentes de información confiables, buena capacidad en los laboratorios y recursos financieros para instalación de plantas piloto, una realimentación entre industrias y universidades, así como una ampliación de los programas de educación superior y especializada.

Será necesario inducir estudios de las necesidades de la industria de metales y aleaciones, establecer normas y controles para los materiales producidos en México, coordinar esfuerzos entre instituciones educativas y gubernamentales relacionadas con la metalurgia y promover estímulos fiscales para las plantas que mejoren su recuperación y calidad de productos o para la producción local de metales.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico para

1. Optimizar la operación de plantas en funcionamiento.
2. Extraer metales por medio de instalaciones hidro o pirometalúrgicas locales.
3. Refinar y obtener metales puros directamente de los concentrados.
4. Construir plantas piloto móviles para demostrar los procesos encontrados.

6.5 Desarrollo tecnológico de la agroindustria

6.5.1 Aprovechamiento alternativo de biomasa con fines alimentarios

Objetivos

- Desarrollar tecnologías para incrementar la producción de carne, leche y huevo a nivel competitivo y fundamentalmente bajo esquemas de producción intensiva.
- Contribuir a mejorar la calidad nutricional de los alimentos disponibles a bajo costo.
- Lograr la credibilidad y confianza en sistemas de producción integral a pequeña y gran escala, donde los residuos o desechos se convierten en materias primas y se hace un uso óptimo de nutrientes y energía.
- Disminuir el uso de granos para consumo animal a través del desarrollo de piensos alternativos.

Para alcanzar los objetivos mencionados se deben establecer mecanismos que aseguren que se realizarán esfuerzos a todos los niveles del desarrollo tecnológico y que los proyectos no se quedarán estancados dentro de las etapas iniciales. Es decir, se promoverán proyectos que desde su inicio contemplen recorrer las siguientes etapas:

- Investigación y diseño de procesos a nivel de laboratorio.
- Evaluación técnico-económica de los procesos desarrollados a nivel de planta piloto.
- Evaluación de la calidad nutricional de forrajes y piensos en experimentos con animales a escala significativa.
- Implementación de las tecnologías desarrolladas a escala comercial (pequeña o grande dependiendo del caso).

Justificación

La producción de alimentos en México es una de las más altas prioridades en el presente con base en los factores de sobra conocidos y cuantificados, tales como:

- 25-30 por ciento de la población se encuentra severamente desnutrida.
- La tasa de demanda anual de alimentos es del 5 por ciento, lo cual significa que se requiere duplicar la producción en 15 años.
- La importación de granos y otros alimentos básicos es de miles de millones de dólares anuales.

La agricultura convencional tiene serias limitaciones debido a múltiples factores, por lo cual la producción de alimentos por vías alternativas reviste una considerable importancia en el presente. Particularmente, el aprovechamiento alternativo de biomasa agrícola, forestal y pecuaria permite la producción de alimentos de alta calidad nutricional y bajo costo que tanta demanda tienen en el país.

El nivel de desarrollo tecnológico en este campo aún no es suficientemente maduro, pero ofrece la posibilidad de constituirse en mediano plazo en un sector importante de desarrollo de tecnología propia y adecuada a las demandas regionales del sector agroindustrial.

En general, tiene fuertes limitaciones de tipo organizacional y de infraestructura. El hecho de que unas pocas compañías, en su mayoría transnacionales, monopolicen los insumos para elaboración de alimentos balanceados, y éstos representen uno de los costos más altos dentro de la producción pecuaria, es uno de los factores determinantes para que en la actualidad la producción de carne, leche y huevos se encuentre en crisis.

La solución a este problema será la producción de forrajes y piensos a menor costo, de preferencia localmente y dentro de sistemas integrales de producción agrícola y pecuaria. Al lograr este objetivo se podrán disminuir los costos de producción y el uso de granos para consumo animal.

Diagnóstico

El aprovechamiento alternativo de la biomasa con fines alimentarios es un campo en el que ya se ha trabajado en México en varios niveles. Los primeros antecedentes posiblemente sean de 25 años atrás, con estudios para producción de biomasa microbiana a nivel de laboratorio. En los últimos 10 años el número de grupos de investigación en este campo ha crecido enormemente, aunque aún son pocos los proyectos que incluyen estudios de prefactibilidad económica y que han alcanzado la etapa de evaluación a nivel de planta piloto.

Por otro lado, la mayoría de los esfuerzos están concentrados en el aprovechamiento de esquilmos agrícolas y muy pocos en el de biomasa de origen animal. Para dar un ejemplo, en el Seminario Nacional sobre el Aprovechamiento de Esquilmos, realizado en 1982, se presentaron 65 trabajos relacionados con el tema, de los cuales sólo 4 estaban relacionados con aprovechamiento de residuos animales.

Es urgente que se ordenen y seleccionen todos los esfuerzos previos para poder promover los más convenientes económicamente a nivel de estudios en plantas piloto y con animales en gran escala.

Entorno significativo

Los siguientes factores son un obstáculo actual para el desarrollo de este objeto focal: falta de inventarios profundos sobre disponibilidad real y calidad de biomasa agrícola, pecuaria y forestal regional; falta de equipo producido nacionalmente y adecuado a las características de infraestructura local; falta de conocimiento y aceptación de alimentos

y piensos no convencionales por parte del sector social usuario y demandante de dichos productos; y la duplicación de esfuerzos de investigación y desarrollo en estas áreas.

A fin de subsanar estas deficiencias será necesario:

- Promover y mantener talleres de extensionismo para pequeños productores y campesinos, donde se expliquen las ventajas y características de los productos derivados del aprovechamiento alternativo de la biomasa. Esta sensibilización ayudará a aumentar la demanda y la aceptación de nuevos productos.
- Organizar la unidad de grupos interinstitucionales que actualmente realicen proyectos similares, para eliminar duplicaciones y mejorar la eficiencia.
- Difundir las tecnologías ya disponibles o con un desarrollo mayor del 80 por ciento para que sean fácilmente accesibles al sector demandante.
- Impulsar la formación de recursos humanos bajo esquemas no convencionales con estancias prolongadas en instituciones ligadas al sector productivo.
- Promover eficientemente la vinculación con el sector productivo a través de centros de promoción tecnológica (CPT) que realicen exclusivamente desarrollo e implementación de ciertas tecnologías a nivel comercial.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico para

1. Aprovechar los esquilmos agrícolas para producción de forrajes a bajo costo.
2. Procesar los residuos pecuarios para producción de forrajes a bajo costo.
3. Aprovechar, por medio de sistemas integrales, la biomasa agrícola y animal.
4. Procesar las plantas subutilizadas como fuente de forraje a bajo costo.
5. Elaborar un inventario sobre disponibilidad real y calidad de biomasa agrícola, pecuaria y forestal a nivel regional.
6. Realizar estudios a nivel laboratorio de biodegradación de residuos lignocelulósicos.

6.5.2 Biotecnología para el desarrollo agroindustrial

Objetivo

- Fomentar el desarrollo de la biotecnología y sus aplicaciones en la solución de problemas prioritarios del país.

Justificación

Las aportaciones de la biotecnología en la producción agrícola tendrán metas bien definidas, entre las cuales las más importantes serán:

el procesamiento de productos del campo con fines alimentarios, la producción de alimentos de origen no convencional, particularmente alimentos proteicos y grasas, y procesamiento de residuos agrícolas y forestales con fines de alimentación animal. Al respecto, existe en el país la suficiente información científica y tecnológica para permitir el desarrollo de procesos, previa experimentación a nivel de planta piloto. Actualmente es posible la adecuación de biotecnologías disponibles a los niveles socioeconómicos imperantes en las diversas regiones del país.

Sin dejar de considerar el avance que se puede lograr en la producción agrícola a través del mejoramiento de la fitotecnia, se estima que las investigaciones biotecnológicas fundamentales derivadas de la genética, el cultivo de tejidos y la fisiología de las plantas, serán de singular utilidad en el manejo más eficiente de cultivos específicos. Estas líneas de investigación que en el presente se llevan en forma incipiente deberán ser fortalecidas con base en proyectos a largo plazo.

Es conveniente que la biotecnología sea considerada una prioridad nacional ya que tiene impacto en diversas áreas: alimentos, productos químicos, productos farmacéuticos, energéticos, combate a la contaminación y a otros sectores de gran importancia económica: petrolero, minero, papelerero, agroindustrial, etcétera.

Diagnóstico

La biotecnología puede ser definida como un campo del conocimiento dirigido hacia la producción de bienes y servicios mediante la utilización de sistemas biológicos o sus productos. Actúa dentro de un campo interdisciplinario que ha surgido de las prácticas tradicionales y también del conocimiento científico derivado de las ciencias biológicas y de la bioingeniería. Esta última aporta los conocimientos básicos de ingeniería que permiten racionalizar los procesos biológicos de producción. Se admite que, en el presente, la biotecnología proporciona elementos valiosos para la utilización de una gran variedad de recursos renovables o no renovables, tanto en las sociedades industrializadas como en los países en vías de desarrollo. Estos últimos, en general, poseen recursos naturales susceptibles de ser utilizados como materia prima para la implementación de procesos industriales biológicos. Dentro de esta clase de materiales se encuentran los productos de la fotosíntesis (azúcares, almidones, celulosas, etcétera), desechos urbanos y agroindustriales. Los hidrocarburos del petróleo, el gas natural y los minerales constituyen recursos no renovables que pueden ser procesados mediante procedimientos biológicos.

En nuestro medio, los procesos biológicos industriales de mayor relevancia derivan de tecnologías tradicionales, tales como la fabricación de la cerveza, vinos, destilados, vinagre y la levadura para panificación. Las industrias biológicas sustentadas en tecnologías más elaboradas, como son la producción de antibióticos, enzimas microbianas, ácido cítrico, aminoácidos, etcétera, han sido generadas y se encuentran en operación por empresas trasnacionales que emplean sus propias tecnologías.

En México el desarrollo de la biotecnología ha sido lento, debido, en gran parte, al hecho de que su carácter interdisciplinario no hace

fácil la integración de grupos formados por profesionales de las distintas especialidades requeridas para el examen global y la resolución de problemas específicos. La disponibilidad de especialistas implicará haber llegado a consolidar una infraestructura científica y técnica de personal calificado lo cual, en el presente, está por lograrse. Es obvio el interés creciente por los estudios biotecnológicos a juzgar por el hecho de que buen número de programas educacionales a nivel superior incluyen opciones hacia la biotecnología y la ingeniería bioquímica. Se afirma que la investigación biotecnológica puede conducir a la consideración y resolución de algunos problemas vigentes en el país, íntimamente relacionados con el mantenimiento de la salud, la utilización de recursos renovables o no renovables, el mejoramiento del medio ambiente, el desarrollo de agroindustrias, el desarrollo de industrias biológicas o farmacéuticas, la producción, conservación e industrialización de alimentos, la utilización de energía solar y de las nuevas fuentes de energéticos.

Es necesario poner énfasis en que existe un proceso de realimentación entre el conocimiento biológico fundamental, la bioingeniería y el desarrollo biotecnológico. Los procesos tradicionales se derivan de prácticas empíricas pero, a medida que el conocimiento biológico permite descubrir las características del sistema viviente, sus mecanismos bioquímicos y regulatorios, es entonces posible desarrollar sistemas de producción de mayor eficiencia. Es de vital importancia el papel que la bioquímica y la genética han tenido en el desarrollo de procesos biológicos industriales. Esto se refleja en el amplio avance que ha experimentado la industria de las fermentaciones en los países de gran desarrollo tecnológico. Se considera que la modificación genética de los sistemas vivientes (mutación, recombinación, hibridización, procesos parasexuales) ofrecen posibilidades para el desarrollo de procesos biológicos industriales novedosos.

Particularmente las metodologías derivadas de la llamada ingeniería genética han despertado profundo interés a nivel global, en vista de su posible influencia en el desarrollo de procesos biotecnológicos. Sin embargo, conviene hacer notar que una de las características sobresalientes de la biotecnología es que su implementación puede llevarse a distintos niveles del conocimiento científico y tecnológico bajo condiciones socioeconómicas y ambientales específicas. Su diverso grado de complejidad técnica, su versatilidad y su adecuación a diversos niveles económicos de producción son condiciones favorables para su desarrollo, especialmente en los países de limitado desenvolvimiento científico y tecnológico.

Entorno significativo

El sistema de ciencia y tecnología que se ha pretendido establecer durante los últimos diez años en el país, no ha llegado a la etapa de madurez que permita contribuir con eficacia en la instrumentación de políticas para el cabal desarrollo de la biotecnología. Se hace necesario, pues, que la biotecnología sea considerada como campo científico y tecnológico de primera importancia, en vista de la influencia que podrá ejercer en renglones relevantes para el progreso nacional. No se han

implementado políticas gubernamentales para la generación y adecuación de las biotecnologías requeridas para el avance de los sectores económicos del país, en especial aquellas que permitan integrar los avances tecnológicos generados en los centros de enseñanza superior y de investigación a los sectores productivos y de servicios. Se carece de políticas que protejan a estas tecnologías, particularmente en los casos de adquisición (compra) de tecnología del extranjero.

Es necesario establecer un sistema coordinador de los instrumentos de política científica y tecnológica que permita el amplio desarrollo de la biotecnología. Esto implicaría el fortalecimiento de las infraestructuras de personal calificado para la investigación científica y tecnológica en el campo de la biotecnología. Los programas formativos deben ser estructurados en tal forma que propicien el análisis de los problemas vigentes a nivel nacional dentro de un marco interdisciplinario. También el fortalecimiento de los programas de investigación en los campos fundamentales de las ciencias biológicas relevantes para implementar los desarrollos biotecnológicos, bajo las condiciones socioeconómicas que privan en el país. Se hace necesario afinar los aspectos de la legislación sobre transferencia de tecnología del extranjero, de tal forma que de los arreglos contractuales se deriven insumos económicos para el sostenimiento de los centros de investigación que trabajan sobre procesos similares. Debe también establecerse la vinculación entre los centros de investigación y el sector productivo a través de un sistema gubernamental.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Procesos de productos del campo con fines alimentarios (alimentos convencionales).
2. Desarrollo de biotecnologías para la producción de alimentos para uso humano de origen no convencional, específicamente alimentos proteicos y grasas.
3. Biotecnologías para el procesamiento de residuos agrícolas y forestales con fines de alimentación animal.
En estas tres líneas de investigación se requiere experimentación a nivel de plantas piloto, previa al desarrollo industrial.
4. Biotecnologías no existentes en el país (ingeniería genética, cultivos de tejidos, fusión de protoplastos, fisiología de las plantas).
5. Metodología sobre: ingeniería genética, cultivo de tejidos, fusión de protoplastos e ingeniería enzimática.
6. Apoyo a la infraestructura sobre: desarrollo e instalación de plantas piloto en el país, producción de enzimas de restricción, desarrollo de equipo e instrumentación para fermentación, red de información y banco de datos en biotecnología, cepario nacional de microorganismos y vectores de interés industrial.
7. Proyectos específicos sobre: proteína unicelular de metanol, biotecnología del petróleo, producción de enzimas, uso de enzimas para fines industriales, producción de metabolitos conocidos (vitaminas, aminoácidos, antibióticos), producción de metabolitos nue-

vos, tratamiento de aguas, utilización de la caña de azúcar y de sus subproductos por fermentación.

6.5.3 Aprovechamiento de la biomasa para fines no alimentarios

Objetivos

- Desarrollar tecnologías agroindustriales basadas en biotecnologías disponibles actualmente.
- Implementar el desarrollo de biotecnologías de aplicación agroindustrial.

Justificación

Una de las alternativas para el desarrollo de biotecnologías, que no ha sido suficientemente explotada en el país, es la que se refiere a la utilización de la biomasa, vegetal o microbiana, para la producción de sustancias químicas de indiscutible utilidad. En México reviste particular interés la biomasa residual de las cosechas (pajas, cascarillas, rastrojos, etcétera) y también algunos residuos industriales como los bagazos de la caña de azúcar, de la piña, etcétera, y subproductos como las melazas de la caña de azúcar. Estos materiales pueden ser procesados en diversas formas para la obtención de productos de biosíntesis o de transformación. La biomasa de las plantas superiores, con fines de obtener productos con actividad farmacológica o bien productos para empleo en industria, ofrece también posibilidades bien definidas. En nuestro medio, la utilización de la biomasa de plantas superiores o de la biomasa microbiana se lleva a efecto en forma limitada, a pesar de que, por lo menos en algunos casos, se cuenta con las tecnologías. En otros casos, se han desarrollado tecnologías que requieren de experimentación a nivel de plantas piloto; y en otros casos, finalmente, se llevan a cabo trabajos de investigación que permiten adquirir niveles adecuados de capacidad tecnológica. Es conveniente indicar que algunos de estos desarrollos biotecnológicos serían de beneficio en el desarrollo regional, mediante la utilización de materias primas específicas.

Los objetivos serán, en un primer término, el desarrollo de agroindustrias basadas en la tecnología disponible en el país, lo cual podrá llevarse en un plazo no mayor de 2 años; y, en segundo término, el establecimiento de agroindustrias con base en tecnologías actualmente en estudio o con base en los resultados de investigaciones específicas, que llevarán de 3 a 5 años para su implementación.

Estos objetivos permitirán incrementar la suficiencia tecnológica nacional en el campo que nos ocupa, a la vez que acrecentar los conocimientos científicos que permitirán emprender el desarrollo de tecnologías más avanzadas y procesos de producción de bienes que en la actualidad se importan de otros países.

Diagnóstico

Las industrias biológicas que se han implementado en el país han segui-

do un desarrollo congruente con los modelos de desarrollo industrial impuestos, los cuales han estado fundamentados en las importaciones de capital, tecnología y administración. Esta situación habrá de persistir en los próximos años. Dentro de este contexto el desarrollo de biotecnologías para la agroindustria no alimentaria habrá de enfrentarse con serias dificultades y solamente con base en decisiones muy firmes, con el apoyo decidido de los científicos y biotecnólogos, será posible la implementación de agroindustrias definidas, particularmente en lo que se refiere a los aspectos agrícolas y de la salud. Las drásticas limitaciones que actualmente tiene el país para la importación de bienes derivados de la industria biológica internacional obligan a buscar alternativas para la producción nacional.

Entorno significativo

En el objeto focal se presentan, en forma sucinta, las características del entorno significativo que privan en el desarrollo de biotecnologías, bajo las condiciones de desarrollo científico, tecnológico y socioeconómico que actualmente experimenta el país. Sin duda, se trata de fuertes limitantes para la consecución de los objetivos propuestos, mismas que deberán ser rebasadas.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Biotecnología disponible: fertilizantes orgánicos (humus), fertilizantes biológicos (inoculantes para incrementar la fijación del nitrógeno atmosférico), energéticos (etanol).
2. Biotecnología que requiere evaluación a nivel de planta piloto: insecticidas microbianos, energéticos (biogás, etanol), compuestos químicos para uso industrial (acetona, butanol, enzimas para la industria alimentaria).
3. Biotecnología que requiere investigación básica para su desarrollo: principios farmacológicos de plantas superiores y producción de fármacos de origen microbiano (antibióticos, vitaminas, etcétera).
4. Investigación fundamental para apoyar el desarrollo de biotecnologías no existentes en el país: ingeniería genética, cultivos de tejidos para la producción de sustancias con actividad biológica, fusión de protoplastos para la obtención de híbridos, fisiología de plantas superiores y microorganismos.

6.5.4 Desarrollo tecnológico integral en granos, semillas y oleaginosas

Objetivo

—Generar conocimientos y tecnologías necesarios para alcanzar en corto plazo adecuada disponibilidad de granos, semillas y oleaginosas.

Justificación

Uno de los renglones más importantes para cualquier país es el poder

lograr una autosuficiencia en la producción de granos, semillas y oleaginosas. Siendo capaces de lograr este objetivo, se puede ser más independiente en otros aspectos de las políticas de desarrollo.

Para lograr esta independencia es necesario no sólo incrementar la producción, sino mejorar sus características y generar el conocimiento y la tecnología necesarias para mejorar los sistemas de almacenamiento, transporte y manejo, así como la industrialización de estos insumos.

Incrementar la producción es un paso importante pero resulta insuficiente si se siguen perdiendo o dañando elevados porcentajes del material. Es por ello indispensable la generación de tecnologías y conocimientos que permitan mejorar estos procesos.

Diagnóstico

Adoptando un enfoque sistémico de análisis de la cadena de transformación agroindustrial en lo referente al desarrollo tecnológico integral en granos, semillas y oleaginosas, se detectan algunos problemas cuya resolución merece atención especial.

Entre los puntos más críticos se encuentra la producción de semillas. La disponibilidad de este material se ha venido dificultando cada vez más en México. Si a esto agregamos que existe una tendencia bien marcada por parte de compañías trasnacionales para controlar este importante insumo, se ve la necesidad imperiosa de llevar a cabo una planeación integral de incremento de producción y de generación de tecnologías adecuadas para su manejo y almacenamiento. Esto permitirá poder tener una política más independiente de planeación de cultivos acordes a nuestros propios programas nacionales, así como un mejor control sobre la calidad de semilla que se proporciona al agricultor, la cual es actualmente de baja calidad.

En el caso de granos existe una carencia significativa de tecnología y capacidad para el manejo, almacenamiento y transporte. Se encuentran toda clase de problemas que cubren desde almacenamiento a la intemperie, almacenes inadecuados que proporcionan pérdidas, hasta contaminación por roedores, insectos, hongos, aves, etcétera. Con frecuencia se resuelve de manera improvisada la carencia de espacio, importando sistemas de almacenamiento inadecuados, generados en países con alta tecnología, en donde los problemas son totalmente diferentes y cuyo clima en general es también distinto.

El transporte y la distribución de almacenes es en sí un sistema igualmente complejo. Si se considera la cantidad de material que se pierde en cada una de las etapas, desde la producción en el campo hasta los grandes almacenes de los centros de consumo, debe considerarse también la generación de programas de desarrollo que resuelvan estos problemas.

Considerando que en la actualidad existe un déficit nacional de oleaginosas del 50 por ciento de la demanda interna, se hace indispensable abocarse al problema de producción y conservación de estos materiales. Por otra parte, existe un control significativo de compañías extranjeras en la etapa de industrialización, lo cual se refleja en el hecho de que sólo 4 compañías (3 de ellas trasnacionales) controlan 90 por ciento

de la producción nacional de aceite, entonces resulta imprescindible el promover el desarrollo tecnológico de esta importante rama de la agroindustria.

En lo que se refiere a almacenamiento, existen deficiencias importantes así como problemas específicos de pérdida de viabilidad de las semillas de oleaginosas que requieren de estudios y desarrollo de tecnologías que eviten su deterioro.

Al programar la siembra o importar un cereal u oleaginosa es necesario conocer si ese material será capaz de generar el producto final esperado. Por ejemplo, en el caso de países altamente desarrollados que requieren importar granos u oleaginosas éstos tipifican exactamente las características que debe cubrir el material importado, de tal manera que les dé como resultado la obtención del producto final deseado con las características esperadas. En nuestro país se importan grandes cantidades de estos materiales, sin contar con la capacidad para definir con certeza las características requeridas; por ejemplo, en maíz, para producir una buena tortilla; en oleaginosas para obtener un aceite adecuado, etcétera.

Entorno significativo

En el desarrollo tecnológico de granos, semillas y oleaginosas es importante la influencia que el medio ambiente ejerce sobre el diseño, materiales y programas de desarrollo. Con frecuencia se importan diseños de almacenes o equipo de manejo, secado, etcétera, que resultan de poca utilidad al aplicarse a situaciones totalmente diferentes de tecnificación, temperatura, humedad, etcétera, de aquellos países en los que fueron diseñados.

La implementación de programas de desarrollo científico en áreas de fisiología y bioquímica de granos, semillas y oleaginosas puede tener un impacto positivo sobre este campo.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico sobre

1. Diseño de sistemas de almacenamiento de granos, semillas y oleaginosas.
2. Conservación e incremento de bancos genéticos.
3. Manejo y transporte de granos y semillas.
4. Mecanismos de control de la germinación.
5. Contaminación de granos almacenados por hongos e insectos, y uso de materiales como insecticidas, pesticidas, etcétera.

6.5.5 Desarrollo y normalización de productos alimenticios para el consumo humano

Objetivos

—Desarrollar tecnologías sencillas de bajo costo para enriquecer alimentos tradicionales y efectuar control rutinario de los principales contaminantes tóxicos de los alimentos populares. Asimismo, para producir saborizantes, colorantes y texturizantes.

- Definir bases técnicas para elaborar normas sanitarias, nutricionales y comerciales de la producción de alimentos de amplio consumo.
- Rescatar técnicas tradicionales eficientes de conservación y enriquecimiento de alimentos básicos y otros de interés económico.

Justificación

Se han documentado ampliamente los efectos nocivos de la distorsión sufrida por los patrones de consumo, causada por un sistema comercial de propaganda que no ha tenido regulación ni normas básicas que definan su funcionamiento. Conviene entonces establecer las bases técnicas de normas que reorienten el consumo popular de los alimentos, tanto en los aspectos publicitarios como en los apoyos del Estado a la industria alimentaria: política de precios, subsidios, permisos, tarifas, cuotas, etcétera.

El encarecimiento acelerado de los productos de origen animal y de otros alimentos que suplementan la dieta popular (frutas y verduras) requiere la identificación y el desarrollo de procesos que inmediata y económicamente permitan suplementar o enriquecer la dieta básica, sobre todo la de los estratos de menor nivel de ingresos.

La producción industrial de alimentos ha venido introduciendo un número creciente de ingredientes de extensión tales como féculas, harinas de soya, azúcar, grasa vegetal, emulsionantes, etcétera, pero aún no se han definido las bases técnicas que permitan controlar esta práctica en beneficio de la alimentación popular.

La industria alimentaria nacional depende de la importación de saborizantes, colorantes y texturizantes para la elaboración de productos alimentarios, hecho que debe subsanarse pues introduce patrones de consumo y precios no siempre acordes con nuestras necesidades.

La dispersión de la pequeña y mediana industria alimentaria requiere de técnicas simplificadas para controlar los contaminantes tóxicos en la dieta popular.

La industrialización de los alimentos con tecnología importada desplazó el uso de técnicas y materias primas autóctonas que habían resultado adecuadas para la nutrición de los mexicanos. El ejemplo clásico del pozol como bebida fermentada agria que enriquece el maíz o el uso de la alegría o amaranto, ilustran la importancia que puede tener el rescate de la tecnología tradicional como base para una industria agroindustrial más ajustada a nuestras necesidades y recursos.

Diagnóstico

La dependencia mayor de la industria alimentaria está, precisamente, en la importación de aditivos, en el desarrollo de nuevos alimentos y en la falta de bienes de capital. La importación de saborizantes, aromatizantes diversos, gomas y emulsionantes y colorantes, no sólo es un renglón importante en volumen y valor, sino también es una forma de control sobre la producción de alimentos industrializados.

Por otra parte, la introducción de extendedores (féculas, grasas y

soya) ha sido el cambio más importante en rubros de alto valor como los derivados cárnicos y lácteos. Esta práctica no se regula y ha dado lugar a la adulteración de gran número de productos que se venden a alto precio sin satisfacer las normas sanitarias o comerciales.

La carencia de controles sobre la calidad de los alimentos, tradicionales o nuevos, ha favorecido la introducción de alimentos contaminados de toxinas, metales pesados y otros agentes tóxicos.

Finalmente, la carencia de un marco normativo para el desarrollo de productos alimentarios ha facilitado la distorsión del consumo hacia productos de alto precio y de bajo valor nutritivo.

Entorno significativo

Se requiere desarrollar una red de laboratorios, institutos y universidades con programas de docencia e investigación que incluyan el tema de desarrollo y normalización de productos alimentarios, la cual debe estar orientada al servicio de la agroindustria local o regional y, también, debe perseguir los objetivos antes enunciados; se deben incluir los servicios de información especializada, inventario de proyectos, asesoría al sector productivo y programas específicos de docencia y formación de recursos humanos.

El desarrollo de nuevos productos requiere del apoyo de programas de riesgo compartido para vincular los laboratorios con la industria e identificar mejor los procesos y productos de mayor interés. Si bien la naturaleza aplicativa de estos temas de desarrollo tecnológico facilita que su financiamiento provenga del programa de riesgo compartido, será necesario, sin embargo, contar con 20 o 30 por ciento del financiamiento orientado a temas básicos de apoyo, como es el desarrollo de métodos analíticos.

Debe establecerse a corto plazo una política de apoyos preferenciales para el desarrollo acelerado de la industria de materias primas intermedias del ramo alimentario (saborizantes, colorantes, aromatizantes, texturizantes, hidrolizados, etcétera). Prácticamente no hay especialistas avanzados en esta área, y se cuenta con escaso personal avanzado en los temas de control de calidad de alimentos, especialmente en tópicos tales como productos cancerígenos, desarrollo de métodos analíticos simplificados o diseño de sistemas de muestreo. Es por esto que conveniría establecer acuerdos con laboratorios extranjeros y nacionales para formar expertos en los temas citados, al igual que un programa de capacitación de personal medio local y de difusión de conocimientos (cursos de especialización) a nivel docente.

La formulación de un conjunto de proyectos de investigación podría ser el método idóneo para la formación de personal especializado a través de la elaboración de tesis de grado y posgrado en los temas respectivos.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Estrategia de producción y consumo. Investigación periódica del consumo popular por regiones y estratos socioeconómicos con énfasis en el cambio de hábitos y en las distorsiones de los patrones

- de consumo popular. Formulación de canastas básicas regionales con base en dietas equilibradas de consumo mínimo con recursos locales.
2. Alternativas de suplementación. Desarrollo de un modelo matemático para la evaluación de alternativas de suplementación o enriquecimiento de la dieta popular que tenga en cuenta las preferencias del gusto popular, y de un cuadro normativo sobre líneas preferenciales para desarrollar productos de acuerdo con estudios insu-mo-producto.
 3. Investigación comparativa del Código Sanitario, *Codex Alimentarius* y otros códigos de referencia para formular recomendaciones de actualización de normas sanitarias y de control de calidad de los alimentos, con énfasis en el control de la adulteración y contaminación de los mismos.
 4. Técnicas de control de calidad. Desarrollo y difusión de metodologías simples para medir aflatoxinas, agentes cancerígenos, metales pesados tóxicos, residuos de insecticidas y alimentos, residuos de insectos y roedores y toxinas de origen microbiano. Desarrollo de metodología de muestreo estadístico para el control de calidad de los rubros más significativos de la industria alimentaria: tortillas, pan, cárnicos, lácteos, conservas y productos perecederos.
 5. Tecnología de aditivos. Desarrollo de la tecnología de producción industrial del glutamato de sodio, nucleótidos saborizantes, gomas emulsionantes y texturizantes, ésteres saborizantes del ácido láctico y colorantes vegetales o animales de materias primas nacionales.
 6. Rescate de tecnologías tradicionales. Investigación y normalización de las tecnologías de producción de dulces y confituras tradicionales y de las principales fermentaciones tradicionales de interés alimentario (pozol, jocoque, quesos regionales e híbridos fermentados).
 7. Investigación de los principios básicos de la nixtamalización del maíz para la normalización del proceso productivo.
 8. Ampliación de la colección de cepas microbiológicas de origen tradicional con interés industrial.
 9. Elaboración de un catálogo de alimentos y procesos alimentarios tradicionales.

6.5.6 Conservación y transformación de productos perecederos

Objetivo

—Desarrollar tecnologías para reducir las pérdidas en el manejo, transporte, conservación, almacenaje, transformación y comercialización de productos perecederos agrícolas, pecuarios y marinos para consumo humano.

Justificación

Entre los alimentos perecederos se encuentran los principales productos de exportación no petroleros del país, así como los componentes de la dieta que tienen más aceptación y que, a la vez, aportan los nutrientes que más frecuentemente se encuentran en la dieta en cantidades por

abajo de las recomendaciones mínimas: proteínas de alto valor nutricional, minerales y vitaminas.

En el manejo de perecederos (productos frescos), es donde naturalmente se registran los mayores porcentajes de pérdidas, y donde la introducción de mejoras en los procedimientos de manejo tendrá un mayor impacto en la disponibilidad de alimentos para el consumo interno y para la exportación.

El hecho de que México y otros países, con niveles de desarrollo similares o menores, concurren con éxito en los mercados internacionales de ciertas frutas y legumbres se debe a que sólo en nuestro clima se pueden producir eficientemente a gran escala (y es en esos lugares donde la producción de granos presenta grandes problemas). Para este tipo de productos, los países desarrollados prácticamente no hacen investigación y es nuestra comunidad científica la que tiene que generar los convencimientos que permitan (a) la conservación y manejo eficiente de dichos productos, (b) el diseño de procesos y equipos para transformarlos y (c) definición de las normas de calidad que deben regir su comercialización nacional e internacional.

Diagnóstico

Los productores de las zonas de agricultura y ganadería comercial tienen relaciones muy estrechas con los centros de experimentación agropecuaria, ésto no sucede entre la industria y los centros de investigación tecnológica y científica.

Los campos experimentales de los centros de investigación agrícola producen a escala real, la información que los agricultores necesitan para producir eficientemente.

En el caso de la industria y los centros de investigación la situación es diferente, los investigadores y tecnólogos trabajan sus problemas en los niveles que a la industria todavía no le son de interés. No hay consenso entre tecnólogos y usuarios de cuáles son los problemas tecnológicos más importantes a resolver de la cadena recolección-consumo correspondiente a los alimentos perecederos.

La falta de tecnología nacional en uso en la planta productiva es sin duda un problema grave, pero la falta de capacidad entre los productores, sus asesores y el personal de los organismos de fomento y financiamiento para analizar las alternativas tecnológicas a su disposición es un problema aún más grave y de urgente solución.

Se reconoce como un serio problema el que se haya convertido en costumbre adulterar los alimentos procesados hechos a base de productos pecuarios sin que se haga un intento serio de evitarlo.

La comunidad académica dedicada a la investigación y desarrollo en el área de alimentos es todavía muy pequeña y dispersa.

Entorno significativo

Para atacar el problema del escaso uso de tecnología nacional en la agroindustria de los alimentos perecederos se considera que es necesario contar con una capacidad mayor de generación dentro de la comunidad tecnológica y científica nacional. Es necesario, por otro lado, contar

con instituciones más integradas y balanceadas. Convendrá seleccionar 10 instituciones y apoyarlas para que lleguen a niveles que les permitan hacer investigación y desarrollo a muy alto nivel.

Es necesario que los usuarios sepan cómo seleccionar las alternativas existentes, cuál es la tecnología más adecuada a sus necesidades. Con el fin de tender un puente entre la investigación tecnológica, que en nuestro país normalmente llega a estudios de laboratorio, y su uso en la industria; así como para promover la vinculación entre los centros de investigación y la industria, se considera conveniente contar con instalaciones de características similares a las industriales, para llevar a cabo diversos procesos en condiciones variables de operación. En estas plantas, los centros de investigación podrán probar a escala mayor sus avances tecnológicos y la industria podrá, también, probar las modificaciones que desee hacer en sus procesos de producción.

Como la enseñanza y la investigación en el área de alimentos perecederos es muy reciente en nuestro país, existen todavía lagunas en los temas o áreas de investigación y enseñanza a nivel de posgrado. Es necesario contar con un programa de formación de recursos humanos y apoyar la creación de posgrados en el área; al principio será imprescindible enviar técnicos y científicos mexicanos a que obtengan entrenamiento formal al extranjero hasta lograr integrar las plantas académicas de las instituciones. Esto se deberá hacer dentro de un plan de desarrollo institucional bien definido.

Es indispensable que se integren programas específicos financiados fundamentalmente por agrupaciones del sector productivo y con apoyo del CONACYT, por medio de los cuales se haga posible la disponibilidad de fondos para realizar las etapas iniciales de los proyectos de desarrollo. Las etapas finales del desarrollo tecnológico se deberán convenir entre el centro de investigación y el usuario.

El procesamiento de alimentos normalmente utiliza técnicas conocidas de dominio público y no muy complicadas. Con los apoyos adecuados, la industria metalmecánica y electrónica nacional podrán fabricar gran parte del equipo e instrumentación que se necesita para la industria de los alimentos. La trasnacionalización innecesaria de la industria de los alimentos ha provocado la importación indiscriminada de tecnología para este sector.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Estudios fisiológicos y bioquímicos de los productos agropecuarios perecederos de interés comercial.
2. Estudio de las variables significativas de los procesos de transformación de alimentos perecederos.
3. Evaluación de la calidad nutricional de alimentos perecederos y sus cambios durante el procesamiento.
4. Determinación de las condiciones óptimas de almacenaje.
5. Diseño de un cuadro de alimentos para consumo popular de productos perecederos en los que se optimicen las variables: costo, calidad y seguridad.
6. Conservación de los productos perecederos en el campo, tanto en climas trópico-húmedo como desértico-cálidos.

7. Evaluación de la calidad de los productos que se encuentran en mercado.
8. Impulsar investigaciones sobre toxicología y contaminación de los alimentos perecederos.
9. Diseño de normas y métodos analíticos.
10. Análisis de la agroindustria de perecederos, proyectos de investigación tendientes a dilucidar la situación económica y técnica de la industria y su influencia sobre la innovación tecnológica.

6.5.7 Desarrollo de maquinaria, equipo e instalaciones para la agroindustria

Objetivos

- Desarrollar, con miras a la autosuficiencia nacional, la capacidad de diseño, producción y operación de maquinaria, equipo e instalaciones necesarios en los procesos agroindustriales a partir de tecnologías de proceso adecuadas para las diferentes ramas productivas.
- Orientar a la planta productiva nacional a producir, con tecnología generada en el país, la maquinaria, equipo e instalaciones, centrales y periféricos que requiere la agroindustria, principalmente la del medio rural.

Justificación

Lograr los objetivos coadyuvará a reorientar el patrón tecnológico para un mejor aprovechamiento de los recursos del país y la satisfacción de las necesidades de consumo de alimentos de alto valor nutritivo y de otros productos básicos de origen agroindustrial. En cuanto a las tecnologías, equipo e instalaciones para el proceso productivo, el cumplimiento de los objetivos previstos apoyará en el corto y mediano plazos la política de sustitución de importaciones, así como la adecuación de tecnologías y bienes de capital a las necesidades reales propias de la infraestructura técnico-económica de la planta agroindustrial, orientándola especialmente hacia la generación del empleo, lo cual permitirá una mayor autodeterminación del país en el patrón tecnológico agroindustrial.

Los esfuerzos derivados de estas acciones deberán orientarse de manera fundamental a satisfacer las necesidades de bienes de capital de la agroindustria prioritaria. Para ello, deberán considerarse en forma preferencial los requerimientos de las unidades productivas sustentadas en formas colectivas de propiedad y organización para la producción de alimentos básicos, así como la necesidad de generar empleo e ingreso en el medio rural; todo ello adecuando las tecnologías, maquinaria, equipo e instalaciones a las condiciones ecológicas, medioambientales y sociales predominantes en el país.

Alcanzar esta mayor disponibilidad de maquinaria, equipo e instalaciones para la agroindustria implicará fortalecer a los centros de investigación especializados en la materia y a la industria metalmecánica nacional en el diseño, desarrollo y producción de tales bienes.

Diagnóstico

La presencia y continua expansión de un patrón tecnológico y de consumo altamente trasnacionalizado en la agroindustria del país ha interferido en el desarrollo tecnológico y la investigación aplicada de origen nacional. En renglones donde se ha avanzado en el desarrollo de tecnología nacional, dicho patrón ha propiciado la desvinculación entre aquél y el diseño de maquinaria, equipo e instalaciones industriales. Así, al no cerrarse el ciclo que enlaza a la tecnología de proceso y de producto con la tecnología incorporada en maquinaria y equipo dentro de un mismo patrón tecnológico y de consumo, se tenderá a importar cualquiera de estos dos componentes.

La productividad de los procesos agroindustriales ha dependido más de la incorporación de bienes de capital y tecnologías externas que de la producción interna de maquinaria y equipo, y del fomento para la formación de habilidades para producir innovaciones autónomas. Sin embargo, actualmente existe buena capacidad nacional para la producción de maquinaria y equipo para algunas ramas productivas.

Los problemas que enfrenta la producción de bienes de capital para la agroindustria se refieren principalmente a la baja calidad de insumos, importación de partes y componentes tecnológicamente más complejos (equipos centrales), alta diversidad en las características de la demanda, escasez de recursos humanos capacitados y bajos niveles de financiamiento.

En esta perspectiva, la mayor dependencia de tecnologías se localiza en las áreas de oleaginosas, alimentos balanceados, lácteos, así como en el secado, refrigeración y otros procesos unitarios. En cuanto a la capacidad tecnológica acumulada, encontramos mayor experiencia en lo que se refiere a cereales y granos en general, frutas, legumbres y hortalizas, carne, así como los procesos de empaque, pasteurización y producción de confitería.

Sin embargo, ello no significa que los diferentes procesos enunciados hayan alcanzado autosuficiencia total, sino que la participación del productor nacional de maquinaria y equipo se basa sólo en aquellos estratos de producción tecnológicamente más sencillos (periféricos), dependiendo del exterior en el suministro de equipos y tecnologías centrales que determinan la preponderancia de este esquema de dependencia.

A partir de la nueva situación cambiaria y de disposición de divisas, la planta productiva ha orientado la satisfacción de sus necesidades de bienes de capital hacia el mercado nacional. Esta nueva situación ha servido como catalizador de procesos de fabricación que plantean la posibilidad de avanzar significativamente en la sustitución de los bienes que en el pasado se importaban.

Empero, las escalas de producción de estos nuevos productos nacionales son muy pequeñas y se basan en requerimientos particulares de diseño, por lo que es necesario fortalecer el proceso de identificación de productos susceptibles de producirse en el país, y de investigación para el desarrollo de diseño y tecnología aplicables a la fabricación de bienes de capital para la agroindustria.

Entorno significativo

El cumplimiento de los objetivos planteados, de apoyo financiero y crediticio para trabajar en las líneas de investigación y desarrollo, impulsará la formación de recursos humanos especializados en las áreas propuestas. Del mismo modo, será necesario vincular ofertas y demandas de bienes de capital y tecnologías desarrolladas, principalmente en lo que se refiere a la agroindustria paraestatal y del sector social y privado, de tal forma que se desarrolle y amplíe el mercado de los recursos tecnológicos producidos, poniendo particular énfasis en el apoyo a las instituciones y centros de investigación, empresas de ingeniería especializadas en procesos agroindustriales y empresas dedicadas al diseño y desarrollo de maquinaria y equipo para estos procesos.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico sobre

1. Producción de equipos de refrigeración.
2. Equipo para secado de granos, cereales, alimentos balanceados y especias.
3. Fabricación de equipos de mediana y pequeña escala para procesos alimentarios.
4. Diseño de almacenes para granos, semillas y oleaginosas.
5. Equipos de biotecnología a escala piloto e industrial.
6. Envasadoras, envolvedoras, enlatadoras y empacadoras para plantas de mediana escala.
7. Equipo para el tratamiento de maderas tropicales.
8. Diseño y construcción de plantas piloto para el desarrollo tecnológico de agroindustrias.

6.6 Desarrollo tecnológico de la industria electrónica

6.6.1 Capacidad tecnológica para la fabricación de materiales empleados en la industria electrónica

Objetivos

- Estudiar, asimilar y adaptar tecnologías existentes para la fabricación de algunos de los materiales empleados en la industria electrónica.
- Desarrollar capacidad tecnológica para el conocimiento de materiales para dispositivos electrónicos que están surgiendo actualmente en el mercado.
- Fomentar la elaboración de materiales que conlleven a la fabricación de dispositivos electrónicos que no existan actualmente en el mercado.

Justificación

Mientras México no sea capaz de procesar los materiales que requiere la industria electrónica del país no será posible romper la dependencia de dicha industria con el exterior, aun si se contase con la capacidad tecnológica para producir componentes y equipos. Por otra parte, contar con la tecnología apropiada contribuirá a un mejor aprovechamiento de los recursos naturales del país. Acrecentar la capacidad científica y tecnológica del país en el área de materiales incrementará también las posibilidades de lograr innovaciones en componentes y equipos, ya que permitirá la búsqueda adecuada de nuevos o mejores materiales con propiedades específicas de utilidad para la industria electrónica.

Es por ello que los países con liderazgo tecnológico en el área de materiales están en condiciones de influir de manera muy importante en los precios de los productos electrónicos, teniendo así una posición de gran valor estratégico; si México no desarrolla su tecnología propia, su industria electrónica estará sujeta a la disponibilidad de materiales en el mercado mundial y su competitividad económica podría ser fácilmente vulnerable. Las propiedades de los materiales son determinantes en el comportamiento de los componentes electrónicos. Frecuentemente, la calidad y confiabilidad de los componentes y equipos electrónicos depende fundamentalmente del control de la calidad de los materiales que los conforman. Actualmente, la industria electrónica del país importa grandes cantidades de los materiales que requiere; si se cuenta con la capacidad científica y tecnológica para su producción no sólo se podrán reducir las importaciones sino que podrán abrirse importantes mercados especializados para la exportación. El desarrollo de la tecnología de materiales

es de primordial importancia e interés para la industria electrónica nacional; por otra parte, también puede ser de gran provecho para la minería, abriéndole o renovándole, como sería el caso de la mica, mercados. Un programa bien orientado de investigación y desarrollo en tecnología de materiales podrá rendir frutos a corto plazo en ciertas áreas y, dada la demanda actual y potencial, los resultados tendrán que ser transferidos al sector productivo en corto tiempo.

El desarrollo de la ciencia y la tecnología de materiales para la industria electrónica requerirá del concurso de especialistas de diferentes ramas de las ciencias básicas y aplicadas (físico-química, química, física del estado sólido, metalurgia, etcétera), y los avances tecnológicos logrados podrán tener aplicación en otros sectores productivos que requieran materiales o procesos semejantes a los requeridos en la industria electrónica por ejemplo; cerámica, plásticos de alta calidad, aleaciones de cobre y aluminio de alta pureza, y procesos tales como depositado al vapor, electrodepositado o implantación iónica. Si la fabricación de materiales para la industria electrónica se vincula con la de las industrias extractivas, se contribuirá al desarrollo regional pudiendo, al mismo tiempo, descentralizar algunas de las actividades de investigación y desarrollo.

Diagnóstico

A medida que transcurre el tiempo se acentúa más la dependencia del exterior que tiene nuestro país en materiales para la fabricación de componentes utilizados en la industria electrónica. El acelerado crecimiento de la demanda interna de componentes electrónicos hace prever que este problema será más agudo en el futuro. En muchos casos la falta de ciertos materiales en el país ha limitado el desarrollo de componentes, para los que ya se cuenta con la tecnología que permitirá su fabricación nacional.

Las instituciones nacionales dedicadas a la investigación y desarrollo en electrónica han orientado la mayor parte de sus esfuerzos a tareas de desarrollo de equipo. Sólo unas cuantas realizan investigaciones en el área de materiales. La industria electrónica nacional no ha patrocinado, hasta ahora, investigación alguna en el área de materiales, a pesar de las grandes limitaciones que encuentra para abastecerse de ellos en el mercado nacional.

La falta de capacidad tecnológica nacional en materiales hace que los abundantes recursos minerales del país no se beneficien localmente, exportándose como tales para importarse posteriormente los productos refinados. A este hecho hay que agregar que al exportar los minerales sin procesar se regalan algunos subproductos que, en ocasiones, pueden tener mayor valor que el propio del producto primario.

Entorno significativo

La capacidad tecnológica para el desarrollo de la ciencia y tecnología de materiales será útil en la medida que dicha capacidad pueda responder a las necesidades de la industria electrónica nacional y mundial.

Se deben realizar permanentemente estudios de mercado y prospecti-

vos que permitan seleccionar las áreas de materiales en donde será más conveniente investigar y desarrollar. Sin dichos estudios, es difícil determinar de manera responsable los avances en la fabricación de materiales que permitirán al país obtener los beneficios antes señalados.

La participación de la industria electrónica del país, en las tareas de investigación y desarrollo en materiales, se considera de vital importancia. La creación de un laboratorio industrial en electrónica de avanzada, entre cuyas áreas de trabajo deberá estar la de materiales, podrá contribuir de manera significativa a desarrollar los programas multidisciplinarios de investigación orientada que se requieren. La Cámara Nacional de la Industria Electrónica deberá ser invitada a cofinanciar tal laboratorio industrial y a participar en la definición de sus programas y proyectos de investigación y desarrollo. Mientras México no cuente con su propia tecnología en materiales, debe hacerse un esfuerzo por importarla de los líderes mundiales en el campo (Japón, Estados Unidos), en condiciones que permitan su rápida absorción. Al respecto, es conveniente señalar la importancia de que las instituciones de educación superior revisen los actuales currícula, para introducir en ellos cursos sobre tecnología de materiales, técnicas de altos vacíos, físico-química y otros de importancia fundamental en el área de materiales.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico sobre

1. Metalurgia del aluminio de alta pureza: a) obtención de aluminio de 99.9 por ciento o más de pureza, b) tecnología de laminado en hojas muy delgadas, y c) tecnología de oxidación (combinación de Al_2O_3 /cristalino/gama y morfo).
2. Fabricación de cinta poliéster, polietileno y policarbonatos de alta calidad.
3. Desarrollar tecnologías para la utilización de la mica.
4. Metalurgia de aleaciones especiales: a) cobre al berilio, b) bronce fosforado y c) aleaciones vinilias (nicromel, constantan, manganina).
5. Procesamiento del tantalio: a) tecnología de sintetización, b) tecnología de laminado en hojas muy delgadas y c) tecnologías de oxidación.
6. Beneficio de materiales: a) arsenuro de galio, b) arsenuro de indio, y c) paladio y bismuto.
7. Impulso de tecnologías del boro y sus componentes.
8. Desarrollar tecnologías de alta pureza: a) del selenio, b) del germanio, y c) del silicio.
9. Utilización de la cerámica para componentes electrónicos (alta rigidez dieléctrica, altas frecuencias, etcétera).
10. Utilización de la plata para usos en electrónica.
11. Tratamiento de sales orgánicas para la fabricación de despliegues visuales de cristal líquido.

Las líneas de investigación en estas áreas deberán incluir proyectos sobre los siguientes temas:

—Propiedades: eléctricas (transporte eléctrico, termoeléctricas, inyección), dieléctricas (ferroeléctricas, piezoeléctricas, ruptura, pérdidas),

- ópticas (emisión, absorción, luminiscencia), microestructura (a nivel de microscopía electrónica), estructura atómica (cristalografía y defectos) y superficies e interfases (a nivel de espectroscopías SIMS, Auger).
- Procesos: deposición por vapor y eléctrica, epitaxia, químicos (impurificación, ataque, fotoprocesamiento), extracción, purificación y refinamiento, síntesis y polimerización, solidificación y crecimiento de cristales y radiactivos (implantación iónica, haz de electrones, uv).

6.6.2 Capacidad tecnológica para la fabricación de componentes electrónicos

Objetivos

- Desarrollar la capacidad tecnológica que permita fabricar en el país componentes electrónicos a corto plazo, la cual permitirá la fabricación de componentes semiconductores discretos: diodos, transistores y circuitos con un número reducido de elementos. A mediano y largo plazos se podrá desarrollar la capacidad tecnológica para fabricar circuitos de alta a extremada integración y algunos otros componentes de gran importancia.

Justificación

La disponibilidad en México de la tecnología de fabricación de algunos componentes electrónicos permite pensar en una reducción notable en las importaciones no sólo de dichos componentes sino de los equipos que los emplean. Recientemente, las importaciones de componentes electrónicos han crecido sustancialmente, junto con su consumo, y a pesar de la importancia que ha alcanzado el valor de dichas importaciones (cerca de 350 millones de dólares en 1982), el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología ha realizado hasta ahora, sólo esfuerzos aislados y de pequeña magnitud en el área.

Algunas de las instituciones de investigación existentes en el país son capaces de desarrollar tecnología para la producción de componentes discretos, en un periodo de tiempo relativamente corto.

Los programas de investigación a largo plazo se podrán orientar hacia la fabricación de circuitos de alta a extremada integración que, orientados hacia ciertas ramas de la industria electrónica, permitirán al país capturar mercados internacionales especializados.

La industria electrónica nacional está dispuesta a respaldar este tipo de desarrollo para llevarlo a la etapa de comercialización y, por otra parte, parece estar consciente y preocupada por el problema de su abastecimiento de componentes, lo cual considera prioritario.

El desarrollo de la capacidad tecnológica del país para la fabricación de componentes debe estar estrechamente vinculado con el avance tecnológico en la fabricación de materiales y en el diseño de circuitos integrados. Las innovaciones en el área de componentes ampliarán las posibilidades de desarrollar equipos electrónicos nuevos y más baratos, y podrán contribuir a abrirles nuevos mercados. Por otra parte, al incrementar la capacidad tecnológica nacional se podrá establecer una industria mexicana de componentes electrónicos que generará, a su vez, un

número importante de empleos dados los altos volúmenes de producción que demandará el mercado interno; asegurará este mercado y justificará la producción nacional de materiales empleados en su elaboración, brindándole a esta otra rama mejores condiciones para que pueda alcanzar niveles de competencia internacional.

Diagnóstico

Las importaciones de componentes electrónicos han alcanzado niveles de gran magnitud en los últimos años (21.8 millones de dólares en 1978 y 307.5 millones en 1981). La tasa anual promedio de crecimiento de dichas importaciones en el periodo 1978-1982 fue cercana al 26 por ciento. Tan sólo de Estados Unidos las importaciones de componentes fueron como sigue (en millones de dólares):

AÑO	CIRCUITOS INTEGRADOS	OTROS SEMI-CONDUCTORES	CAPACITORES	FERRITAS	PARTES PARA SEMICONDUCTORES*
1979	11.6	15.1	19.0	2.0	128.0
1980	27.1	25.0	25.9	1.4	153.5
1981	20.7	22.1	24.7	1.8	175.0

* No se incluyen en las cifras globales para componentes citados antes.

Las importaciones de semiconductores, en general, y de circuitos integrados, en particular, muestran tasas de crecimiento particularmente elevadas y sin duda en el futuro serán de los renglones más importantes, dadas las tendencias de la industria hacia un mayor nivel de integración en los circuitos semiconductores.

Por lo que se refiere a la capacidad nacional en investigación y desarrollo en el área de componentes existen sólo unas cuantas instituciones que realizan actividades en el área, la mayor parte de ellas asociadas con otras de educación superior. La capacidad existente en éstas permitirá, sin embargo, desarrollar a corto plazo la tecnología para fabricar componentes semiconductores discretos. En general, los centros de investigación suelen no ser multidisciplinarios, lo que limita el alcance de sus trabajos.

Entorno significativo

Los adelantos científico-tecnológicos en el área de componentes deberán ser selectivos y orientarse hacia unos cuantos productos, al menos en el corto plazo. La selección de los componentes en los que será más conveniente iniciar esfuerzos significativos y coordinados deberá responder a estudios de mercado y prospectivos, tanto nacional como internacionalmente, mismos que deberán realizarse con periodicidad. Será indispensable que en los programas de investigación y desarrollo de componentes participen intensamente los fabricantes nacionales de la industria electrónica. Conforme se obtengan resultados, podrán limitarse los convenios de adquisición de tecnología del exterior por otra parte de la industria nacional, y en los casos en que esta última adquiera

tecnología nacional y la lleve a nivel comercial convendrá estudiar la adopción de medidas arancelarias o incentivos fiscales o impositivos especiales que la beneficien. Como en el caso de la tecnología para materiales de uso en la industria electrónica, el desarrollo científico-tecnológico en el área de componentes se beneficiará con el establecimiento de un laboratorio industrial copatrocinado por el gobierno y la industria electrónica. Se recomienda que en las instituciones de educación superior en que se imparte la carrera de ingeniería electrónica se revise la conveniencia de agregar al currículum materias orientadas hacia un mayor conocimiento de los componentes electrónicos, así como el apoyo a la realización de cursos cortos y de actualización en el tema.

El desarrollo de la tecnología de fabricación de componentes podrá requerir inicialmente la importación de ciertos equipos especializados indispensables para la investigación, por lo cual se recomienda facilitar las gestiones y permisos para que su importación sea posible. En el área de componentes será particularmente importante no descuidar los aspectos vinculados con las tecnologías de prueba y aquéllos relativos a control de calidad, normalización y estándares y certificación.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico sobre

1. Dispositivos semiconductores: a) diodos, b) transistores, c) circuitos integrados de alta, muy alta y extremada integración, d) tiristores y e) variables a la luz, temperatura y tensión.
2. Ferritas: a) microondas y b) frecuencias bajas.
3. Despliegues visuales: a) cristales líquidos, b) holografía láser, c) semiconductores emisores de luz y d) tubos de rayos catódicos a color de alta resolución.

Otros componentes de gran interés e importancia incluyen:

4. Condensadores de tantalio.
5. Dispositivos fuentes de microondas (magnetrones, klystrons, etcétera).
6. Cristales piezoeléctricos.
7. Micrófonos de electreto.

Las líneas de investigación requerirán el desarrollo de: a) películas delgadas (metálicas, semiconductoras y aislantes), b) física de superficies e interfases y c) cerámica y dieléctricos en general. Los planteamientos y líneas de investigación, relativos a la tecnología de fabricación de circuitos integrados, deben tomar en cuenta los resultados y el estado de desarrollo alcanzados en las tecnologías de diseño.

6.6.3 Desarrollo y aplicación de instrumentación y automatización

Objetivos

- Implantar sistemas que permitan elevar el nivel de instrumentación y automatización de líneas específicas de producción en sectores de

- importancia nacional, mediante la adaptación y desarrollo de sistemas electrónicos (equipo y programas), para la adquisición de información y la toma de decisiones de operación.
- Automatizar los procesos de adquisición de información de algunas empresas descentralizadas del sector de servicios.
 - Desarrollar tecnologías de automatización de tipo genérico, adaptables a conjuntos de procesos, dirigidos, sobre todo, a la mediana empresa.
 - Elaborar estudios para el desarrollo de manipuladores industriales automáticos de bajo nivel de "inteligencia" y algunos tipos de máquinas de control numérico.
 - Implementar sistemas de instrumentación, adquisición de datos y de control automático de vanguardia para los sectores productivos y de servicios y, por último, desarrollar el área de la robótica industrial.

Justificación

Todos los integrantes de la estructura investigación-innovación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología deberán tener participación activa en el desarrollo del programa. Aun en el corto plazo deberán ponerse en marcha líneas de investigación que involucren a los usuarios directos de la tecnología, a los centros de consultoría e ingeniería, a las instituciones de investigación, a las firmas de educación superior y a los fabricantes nacionales de equipo electrónico. En el mediano y largo plazos los centros de investigación básica podrán contribuir en áreas como el desarrollo de nuevos materiales y sensores, reconocimiento de patrones, problemas de las neurociencias ligadas con la "inteligencia artificial", solución de problemas de procesos estocásticos, física del estado sólido y transmisión y procesamiento de información a altas velocidades. Las aplicaciones de la instrumentación y automatización pueden darse en todos los sectores de la economía, y la tendencia internacional claramente apunta en esa dirección. Por ello, los efectos multiplicadores del programa serán efectivos. Sobre el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, podrá tener efecto directo a corto plazo, en prácticamente todos los subsistemas. En los sectores industriales se contribuirá a mejorar la productividad, la calidad de los productos y la seguridad y condiciones de trabajo, pudiendo aprovecharse mejor las inversiones de capital y la mano de obra disponibles. Se fortalecerán algunas ramas aún débiles del sector productivo, lo cual podrá influir en la industria de bienes duraderos y de capital. En el sector de servicios podrán lograrse ahorros y mejoras y, más importante aún, el tamaño de algunos sistemas de este sector (red de potencia, agua potable y drenaje, etcétera) hace ya prácticamente imposible su operación sin incorporar dispositivos automáticos de instrumentación, adquisición de datos y control. Los sectores público y privado podrán coparticipar en el programa como generadores de tecnología, como fuente de problemas, como fuente de financiamiento y como usuarios directos y receptores de los resultados de la investigación y desarrollo.

El programa podrá coadyuvar con insumos científicos y tecnológicos a impulsar también la creación, o fortalecimiento, de empresas de capi-

tal mixto. También contribuirá a incrementar la competitividad del sector industrial del país en el mercado internacional, tanto por las posibles mejoras de calidad y productividad, con la instrumentación y automatización, como por el desarrollo de tecnologías patentables y comercializables a nivel internacional. Se considera que esto se logrará a partir del mediano plazo y, en algunos casos, incluso en el corto plazo.

La tecnología de instrumentación y automatización no constituye un problema peculiar de México. Sin embargo, su desarrollo en el país asegurará una mejor adaptación de dicha tecnología al estado y problemas de la industria nacional. Existen experiencias que ponen en evidencia la poca conveniencia de adquirir esta tecnología del exterior, sin tomar en cuenta las condiciones de aplicación que prevalecen en México. Por lo mismo, hay un mercado potencial grande en los países en desarrollo para la tecnología avanzada de México.

A nivel nacional el mercado potencial para la instrumentación y la automatización es amplio y poco explotado. A pesar de la presencia en México de filiales de las empresas del ramo de mayor importancia, la tasa anual de crecimiento de la demanda de sistemas de medición y control automáticos en el sector industrial apenas rebasa el 10 por ciento.

Diagnóstico

La dependencia del exterior que produce la importación de tecnología se agrava en la instrumentación y automatización, y la electrónica en general, por la rapidez con que los sistemas empleados se vuelven obsoletos. Es difícil hacer un análisis cuantitativo confiable de las perspectivas de la instrumentación y la automatización, debido a la falta de información precisa. El consumo de instrumentos de prueba y medición y los empleados para control automático constituyen entre 25 y 30 por ciento del consumo del sector electrónico industrial del país; a esta cifra habría que agregar el consumo de equipo de cómputo empleado en tareas de control. La tasa promedio de crecimiento anual en el consumo de instrumentos para control de procesos fue de entre 20 y 25 por ciento en el periodo 1975-1980. Se estima que en 1982 el consumo nacional llegó a 140 millones de dólares. El mercado para instrumentos de prueba y medición ha tenido una tasa anual de crecimiento menor, que se estima cercana al 10 por ciento, calculándose que sus ventas alcanzaron 15 millones de dólares en 1982. Alrededor del 70 por ciento del equipo de instrumentación y control utilizado en el país es de importación. La demanda del mercado nacional en sensores y actuadores es alta; en el área de actuadores la demanda es menor, siendo las válvulas neumáticas y los actuadores eléctricos los de mayor uso. Los controles de tipo análogo superan por mucho en número a los digitales, y los más comunes son de tipo encendido-apagado. La casi totalidad de la demanda nacional de sensores, transductores y actuadores de tipo electrónico se satisface mediante importaciones; en los de tipo no-electrónico, la industria nacional (fabricación y ensamblado) cubre el 60 por ciento de la demanda. El costo de sensores, transductores y actuadores (incluyendo conversores A/D y D/A) representa entre el 60 y el 80 por ciento de los costos de los sistemas de adquisición de datos y control, y éstos represen-

tan entre el 5 y el 10 por ciento de la inversión en equipo de una planta industrial. Los principales consumidores de sensores, transductores, actuadores y controles de la industria nacional son: la industria petroquímica (25 por ciento), la eléctrica (20 por ciento), la química (20 por ciento), la metalúrgica (10 por ciento), la azucarera (5 por ciento), la alimenticia (3 por ciento) y la de la pulpa y el papel (2 por ciento). De las computadoras instaladas en el país, sólo el 8 por ciento se emplean en tareas de automatización industrial (1 por ciento en control en tiempo real, 2 por ciento en máquinas herramientas, 4 por ciento en administración y programación de producción y 1 por ciento en otras aplicaciones industriales); el 3 por ciento adicional se emplea como controles terminales, concentradores de datos y procesadores pantalla.

Los programas y cursos sobre instrumentación y control automático obtenidos por las distintas instituciones de educación superior son, en general, aceptables, aunque en realidad están más orientados a informar que a educar. Algunas veces es difícil implantar tecnologías de instrumentación y automatización electrónicas de avanzada por el bajo nivel técnico de los usuarios y por la falta de técnicos especializados a nivel medio.

Antes de 1960 no existía en México institución alguna con una unidad de investigación y desarrollo en estas áreas; la escasa investigación realizada en esas áreas se debía a esfuerzos individuales de unos cuantos pioneros. Los grupos que existen actualmente surgieron casi todas durante la década de los setenta, casi siempre como apoyo para otras ramas de la investigación. El personal dedicado a investigación y desarrollo en instrumentación y control en el país se estima entre 100 y 150 personas (50 por ciento investigadores y 50 por ciento personal de apoyo), repartidas en poco más de una docena de grupos. El denominador común de las investigaciones de estos grupos es la aplicación de microprocesadores para diversos aspectos de colección, procesamiento y despliegue de información. En muchos casos se han producido prototipos de sistemas con diseños locales. Al área de aplicación en grandes sistemas se han dedicado también esfuerzos; así, el 80 por ciento de los recursos de investigación y desarrollo se han dedicado a instrumentación digital, control en tiempo real y redes y sistemas de adquisición de datos. Sin embargo, pocas actividades de éstas pueden considerarse estrictamente como tareas de investigación. En la mayoría de los casos, se pretende aprender técnicas novedosas recién descubiertas o mostrar que éstas se manejan con soltura.

Entorno significativo

Los avances tecnológicos nacionales pueden verse limitados en su comercialización por la capacidad actual de las empresas nacionales de la industria electrónica. Será importante apoyar los programas educativos de posgrado y especialización en las disciplinas de control, electrónica y computación, y mecánica aplicada para manipuladores y robótica. Es importante fomentar o crear los mecanismos apropiados para vincular a los centros de investigación y desarrollo con las empresas de ingeniería y consultoría que den servicio a los diferentes sectores producti-

vos; éstas son, en muchas ocasiones, las que seleccionan o recomiendan el equipo de instrumentación y control. Asimismo, es importante estudiar qué factores han limitado el interés de las fabricantes nacionales de equipo en la comercialización de tecnología nacional avanzada.

Frecuentemente, el equipo de instrumentación y automatización es comprado como parte integral de la planta industrial (o proceso), con limitadas posibilidades, por parte de quienes la adquieren, de negociar por separado los sistemas de control o integrar en ellos tecnología nacional. En este sentido, se propone revisar la conveniencia de desagregar la adquisición de tecnología. En las pequeñas y medianas industrias frecuentemente se emplean métodos artesanales de producción, por desconocimiento de las posibilidades de automatización. La difusión de estas tecnologías entre los industriales (potenciales usuarios o compradores) será importante. Uno de los factores que puede frenar una mayor aplicación de los sistemas electrónicos de instrumentación y control es la débil estructura de servicios (mantenimiento, actualización, documentación, etcétera) confiables, oportunos y económicos, existentes en el país para dichos sistemas. La capacitación de técnicos a todos los niveles podrá mejorar este eslabón del Sistema.

Al respecto, el programa no pretende un patrón generalizado de automatización masiva en todos los sectores económicos del país, no sólo porque esto sería poco realista sino porque podría, incluso, no ser conveniente. Para seleccionar los sectores productivos hacia los que debe orientarse el desarrollo de tecnologías nacionales de instrumentación y automatización es necesario realizar estudios de diagnóstico y pronóstico que permitan, en caso necesario, reorientar las líneas de investigación propuestas en el mediano plazo. Se hace notar que las grandes empresas paraestatales de producción y servicios están entre los mayores consumidores de sistemas de instrumentación y control del país. En el pasado, dichas empresas regularmente han preferido adquirir tales sistemas como paquetes integrales y a firmas de tradición o prestigio establecido, con limitantes de tiempo de desarrollo que, en la mayoría de los casos, eliminan la posibilidad de integrar esfuerzos nacionales que respondan a la necesidad planteada. Además, conviene estudiar las diferentes acciones que podrán tomarse para que los contratos referentes a tecnología de instrumentación y control de dichas empresas propicien el desarrollo tecnológico nacional.

Las potenciales fuentes de financiamiento para la investigación y desarrollo tecnológico contemplados en este objeto focal son múltiples. Por una parte, para programas de adaptación de tecnología o desarrollo relativamente simples, el financiamiento más directo podría provenir de los propios usuarios o de las empresas nacionales fabricantes de equipo. Las empresas consultoras y las de ingeniería podrán patrocinar desarrollos genéricos en el área de algoritmos y de integración de paquetes y sistemas. Las empresas paraestatales y algunas Secretarías de Estado podrían patrocinar proyectos a más largo plazo.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Sistemas de adquisición de datos, en particular los basados en mi-

croprocesadores. Desarrollo tecnológico de sensores y transductores, equipo para despliegue de información y comunicaciones y manejo de bases de datos en microcomputadoras.

2. Controladores y secuenciadores orientados hacia la pequeña y mediana industria.
3. Sistemas de control en tiempo real, en particular basados en microprocesadores. Sensores y transductores y algunos tipos de actuadores; manejo de bases de datos, comunicación hombre-máquina, sistemas operativos y lenguajes de tiempo real, y control (identificación, control adaptable, optimización, etcétera). Sistemas discretos (muestreados), control autoadaptable, control estocástico y modelado, y simulación. Se considera conveniente orientar la investigación hacia sistemas de control distribuido y sistemas con capacidad de procesamiento en paralelo.
4. Máquinas de control numérico.
5. Manipuladores y robótica.

Para las líneas de investigación 4 y 5, los esfuerzos en el área de control y electrónica habrán de complementarse con proyectos de investigación en el área de mecánica y se beneficiarán con el desarrollo de programas para el diseño ayudado por computadoras.

6.6.4 Desarrollo tecnológico de redes digitales integradas en servicios

Objetivos

- Analizar diferentes aplicaciones y arquitecturas de redes digitales integradas en servicios (RDIS), y definir estrategias de desarrollo tecnológico apropiadas.
- Investigar y desarrollar sistemas de comunicaciones ópticas.
- Fomentar la capacidad tecnológica para la expansión y modernización de la actual red digital del país y para el desarrollo de componentes (en particular para comunicaciones ópticas), equipo y programas básicos.

Justificación

Los rápidos avances tecnológicos y reducciones de costos en los campos de componentes electrónicos, computación y comunicaciones, han hecho posible la producción de redes digitales integradas en servicios. Dichas redes, que en países industrializados están siendo implantadas ya a nivel piloto y comercial, prestan servicios derivados de la transmisión de datos y señales de voz y video a un conjunto de abonados. El correo electrónico, los servicios de reservación desde el hogar (restaurantes, hoteles, servicios de transporte, etcétera), las compras desde una terminal casera, el servicio noticioso selectivo, las videoconferencias y los servicios de teletexto, son ejemplos de posibles aplicaciones de las redes digitales integradas de datos. La importancia y repercusiones que podría tener el desarrollo de tales servicios a costos razonables son indiscutibles.

En países industrializados la implantación de tales servicios está empezando a generalizarse y es evidente que tarde o temprano nuestro país

se convertirá en campo fértil para la implantación de los mismos por razones de conveniencia. Dado el aún incipiente desarrollo de las RDIS y la importancia que sin duda tienen y tendrán, se considera que el país debe iniciar un esfuerzo organizado de desarrollo científico y tecnológico en este campo. Los objetivos fijados permitirán al país a largo plazo incorporar imaginativamente y con independencia tecnológica las aplicaciones que le serán de mayor beneficio, optimizando el uso de su infraestructura, misma que podrá ir adaptándose y completándose con nuevos progresos.

Un área de desarrollo tecnológico implícitamente incluida en los objetivos es la de sistemas de comunicaciones de gran capacidad. Para los servicios previstos en las RDIS parece inevitable una saturación de los sistemas de comunicaciones convencionales. Para sustituirlos, se desarrollan sistemas de guías de ondas milimétricas y sistemas de comunicaciones ópticas. Estos últimos se perfilan como la tecnología de punta en el área de comunicaciones, dados los adelantos alcanzados en láseres semiconductores de baja corriente umbral y alta confiabilidad y al desarrollo de fibras ópticas con muy bajas pérdidas (1 db/km) en las frecuencias de emisión de los láseres. Estos sistemas podrán llegar a tener costos muy por debajo de los de otras alternativas (incluyendo las convencionales). Posiblemente durante la segunda mitad de la presente década las comunicaciones ópticas sustituirán buena parte de los sistemas tradicionales.

Diagnóstico

Actualmente México cuenta con diversas redes que proporcionan por separado servicios de telegrafía, telefonía, télex, televisión y transmisión de datos y otras de tamaño reducido que sirven a ciertos sectores e instituciones. La red más extensa es la de telefonía, que cubre alrededor de 5,000 poblaciones del país, ofreciendo servicios a más del 65 por ciento de los habitantes del país.

Según proyecciones oficiales la infraestructura de telecomunicaciones deberá tener 5 veces su actual tamaño para el año 2000.

En el país no existe ninguna RDIS y no se sabe de planes concretos que contemplen su implantación. Sin embargo, sí se han mencionado en diferentes foros futuros servicios específicos que quedarían integrados en los servicios ofrecidos por tal red. En el exterior, en particular en Estados Unidos de Norteamérica, Canadá, Francia, Inglaterra y Japón, existen redes piloto que ofrecen diferentes servicios y se tienen planes concretos para su extensión. Las RDIS son objeto de intensos esfuerzos de investigación y desarrollo dentro y fuera de las compañías de comunicaciones. Por lo que toca a comunicaciones ópticas, las principales compañías del sector han estado realizando fuertes inversiones en su investigación y desarrollo, las cuales están ya en el mercado instalando sistemas de prueba de baja y mediana capacidad, haciendo uso de LED's o láseres de arsenuro de galio. Están en etapa de investigación los láseres de la segunda generación fabricados con In Ga As P, para emitir longitudes de onda de más de 1.3 micras, y las de la tercera generación para ondas de 1.55 micras. En los próximos años se esperan avances tecnológicos en circuitos integrados optoelectrónicos, en nuevos pro-

cesos para la fabricación de componentes como láseres, fibras y detectores, que tengan mayor confiabilidad y menor costo de producción, y en sistemas de mayor capacidad de transmisión. En México, las actividades de investigación y desarrollo en esta área son prácticamente inexistentes.

Entorno significativo

Para lograr la capacidad tecnológica requerida para el desarrollo nacional de redes digitales integradas en servicios se requiere un esfuerzo multidisciplinario coordinado. La participación de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y Teléfonos de México en el programa de investigación y desarrollo sobre las RDIS será factor de gran importancia. Su papel deberá ser activo y no limitarse a ser fuentes de financiamiento de algunos estudios. Quienes tendrán que tomar decisiones sobre la implantación y regulación de las RDIS en nuestro país deben mantenerse informados de los avances que logre el programa de investigación y desarrollo. La participación de la industria electrónica nacional es también indispensable si se desea lograr cierta independencia tecnológica, sobre todo en el desarrollo de componentes y equipo (fibras y otros componentes de los sistemas de comunicaciones ópticas, equipos terminales para los abonados) y la creación de un laboratorio industrial. Las instituciones de investigación y desarrollo serán ideales para la implantación de una red piloto en el futuro, pudiendo cumplir no sólo con el propósito de desarrollo y prueba de las RDIS, sino como medio para mejorar la comunicación entre ellas. Las Secretarías de Estado directamente implicadas deben empezar a estudiar los aspectos de regulación y legislación que planteará el uso de las RDIS. Los programas de capacitación para los recursos humanos que serán requeridos deben emprenderse ya, tomando en cuenta que la formación de especialistas es un proceso que lleva tiempo. El financiamiento de este programa seguramente tendrá que provenir de fondos públicos en su mayoría, aunque no se descarta la posibilidad de interesar a empresas fabricantes de componentes y equipo.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Análisis de usos potenciales y definición de mercados de las RDIS y de las técnicas que mejor se adaptarán a los diferentes requerimientos. Definición de áreas de oportunidad y estrategias de investigación y desarrollo para contar con la capacidad tecnológica nacional que permita la implantación de RDIS en México en el futuro. Programas de simulación que permitan comprobar la viabilidad de las RDIS propuestas.
2. Sobre la utilización, interconexión y modernización de la actual estructura de comunicaciones del país, sobre las terminales de los abonados, el desarrollo de programas básicos y las características técnicas de la malla del abonado.
3. Proyecto piloto integral, alrededor del cual se revisarán y reorientarán las actividades de investigación y desarrollo.

4. Comunicaciones ópticas:

- Dispositivos semiconductores, en particular LED's, láseres y fotodetectores y sus propiedades específicas ligadas a las comunicaciones ópticas.
- Fibras ópticas. Fabricación y preparación de vidrio, formación de la fibra y su revestimiento, propiedades mecánicas de las fibras y características ópticas y de propagación.
- Equipos electrónicos para el sistema de comunicaciones, tales como transmisores, receptores, repetidores y conversores codificadores ópticos.

6.6.5 Tecnología para el diseño de circuitos integrados

Objetivo

- Desarrollar la capacidad tecnológica nacional para el diseño asistido por computadoras de circuitos integrados, incluyendo el equipo y la tecnología de prueba de los mismos.

Justificación

La microelectrónica es, sin lugar a dudas, el motor del desarrollo explosivo que ha tenido la industria electrónica. El número de componentes por circuitos se duplica cada año, mientras que los costos siguen reduciéndose. La mayor integración de componentes en un solo circuito semiconductor ha puesto a disposición de los ingenieros en electrónica una mayor gama de opciones con una complejidad creciente, pero el aprovechamiento de las mismas requiere de técnicas y herramientas cada vez más flexibles y sofisticadas. El diseño de un producto electrónico desde su fase de concepción, diseño preliminar, verificación, diseño definitivo, prueba, construcción de prototipos, corridas piloto, hasta llegar a la línea de producción y el proceso de manufactura en sí, actividades todas vinculadas por documentación que va desde especificaciones funcionales, diagramas eléctricos, diagramas de planta para circuitos impresos, etcétera, está en constante proceso de actualización y cambios. Esto hace que las tareas de diseño se hayan transformado en un proceso complejo con costos asociados crecientes.

El proceso de realización de circuitos integrados incluye: a) el diseño del circuito (diagramas con elementos concentrados), b) simulación de su comportamiento, c) diseño geométrico, d) verificación de reglas de tecnología y del circuito, e) generación de máscaras, f) fabricación y g) pruebas de funcionamiento. El programa de desarrollo del presente objeto focal excluye los pasos e) y f) que corresponden al proceso de producción.

Los pasos de realización de circuitos integrados resultan ya difíciles de efectuar si no se recurre al diseño asistido por computadora, en el que se engloban técnicas que pertenecen a los campos de ingeniería asistida por computadoras (CAE), diseño asistido por computadoras (CAD) y manufactura asistida por computadoras (CAM). Por tanto, no difundir estas técnicas entre los diseñadores nacionales y no contar con la

capacidad tecnológica nacional para desarrollarlas pone en desventaja al sector electrónico del país.

Por otra parte, el costo de prueba de un circuito de muy alta integración puede llegar a ser 40 por ciento del costo total del mismo; algo semejante ocurre con la prueba de módulos (circuitos impresos con sus componentes ya montados). Los incrementos en los costos de prueba de los circuitos electrónicos han ido creciendo conforme la integración ha sido mayor.

Conforme la industria electrónica nacional se desarrolle será cada vez más importante contar con la capacidad de diseño de circuitos integrados. De hecho, se considera difícil que tal industria se desarrolle si no cuenta en el país con dicha capacidad. Por otra parte, las técnicas de diseño ayudado por computadoras (CAE/CAD/CAM) serán de gran interés para muchos otros sectores de la economía nacional, y los desarrollos adicionales que se requerirán para su difusión a éstos serán básicamente de programación. El impacto multiplicador que este objeto focal tendrá dentro del propio sector de desarrollo e investigación en electrónica será efectivo e indispensable.

Diagnóstico

En los centros de investigación y desarrollo del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología del país existe la capacidad para fabricar prototipos de laboratorio de circuitos integrados como amplificadores operacionales, registros de corrimiento de dispositivos acoplados por carga y compuertas lógicas sencillas. En varias instituciones se trabaja también en el estudio de materiales y procesos de fabricación y existe la capacidad tecnológica para implantar plantas piloto para la producción de diodos zener y de potencia y transistores. En contraste, las nuevas tecnologías para el proceso de diseño apenas empiezan a difundirse entre los centros de investigación y desarrollo. Sólo una institución de investigación y una industria han producido diseños de circuitos integrados que posteriormente fueron procesados en Estados Unidos. En otros dos laboratorios se ha iniciado el proceso de diseño de circuitos integrados y es probable que Teléfonos de México lo promueva a través de Mitel. Por lo que toca al diseño ayudado por computadora, salvo algunos programas de cómputo para el análisis de circuitos que han sido desarrollados en un par de centros de educación superior, mismos que han tenido muy poca difusión, las actividades en el área son prácticamente nulas. Adicionalmente, no existe en el país ningún sistema de diseño asistido por computadora, ni en el sector de investigación y desarrollo, ni en el educativo e industrial.

Entorno significativo

La industria de computadoras y periféricos que está iniciándose en México podrá suministrar los elementos físicos que se requerirán en los sistemas de diseño ayudado por computadora. Para sistemas que emplean superminicomputadoras, arquitecturas dedicadas y para periféricos especializados como fotografiadores o unidades de despliegue

policromáticas habrá que recurrir a la importación. Los paquetes de programas, factor esencial en estos sistemas, deberán desarrollarse en el país.

Al respecto, es conveniente que las instituciones de educación superior se encarguen de difundir la metodología de diseño de circuitos integrados, en particular del diseño asistido por computadora, tanto en los cursos de licenciatura como en los de posgrado y de actualización.

Además, pensando en la posibilidad de desarrollar circuitos integrados por encomienda, convendrá establecer una red de diseño de centros de investigación y desarrollo, con subredes por tipo de tecnología (N-MOS, C-MOS, analógicas MOS, etcétera), y facilidades de comunicación de datos que les permitan tener fácil acceso a programas y bibliotecas. Con una red como la propuesta podrá establecerse un procedimiento de diseño tipo multiproyecto.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Bases de datos integrados o de diseño asistido por computadora.
2. Programas para el diseño de circuitos integrados asistido por computadora (por ejemplo, programas para asignación de elementos, conexión bidimensional y ruteado de pistas).
3. Sistemas para despliegue de imágenes.
4. Técnicas de simulación de circuitos integrados y módulos.
5. Equipos automáticos de prueba de bajo costo para pruebas de módulos.

6.6.6 Tecnología de programación ("software")

Objetivo

—Desarrollar la capacidad tecnológica para producir en el país sistemas de programas para computadoras en las áreas de programas básicos, herramientas y aplicaciones que sean novedosos, de utilidad demostrada, con demanda nacional y potencialmente exportables.

Justificación

Los programas básicos, herramientas de programación y sistemas de aplicación, son actualmente áreas en las que el país tiene una gran dependencia tecnológica y una de las principales fugas en el pago de regalías en el campo de la computación. La gran diversificación que ha alcanzado ésta influye de manera importante en todas las actividades económicas, y es fácil prever que en el futuro su impacto seguirá creciendo y ampliándose. Se considera que para producir nacionalmente sistemas de programas de aplicación competitivos en el mercado nacional e internacional será requisito indispensable desarrollar programas de tipo básico y herramientas avanzadas de programación. El desarrollo de programas es uno de los campos tecnológicos del área de la electrónica que requiere menores inversiones de capital, caracterizándose, en cambio, por el uso intensivo de mano de obra muy especializada; los recur-

Los recursos humanos requeridos existentes en el país son aún reducidos, pero se podrán obtener resultados en el corto plazo y complementarse con relativa rapidez mediante programas de formación y capacitación apropiados.

Por otra parte, si los paquetes diseñados son novedosos y útiles, y se prueban en México, serán susceptibles de exportación. Adicionalmente, conforme se promueva la integración nacional de equipos de cómputo, en particular las microcomputadoras, los programas de tipo básico se convertirán en un factor o componente estratégico. Se señala que la comercialización de los sistemas de programas requiere mucho más que la concepción y escritura de los mismos y que sólo podrá lograrse contando con las herramientas adecuadas. Se estima que el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología podrá generar 5 paquetes comercializables por año.

Diagnóstico

Respecto a los sistemas de programas de nivel básico que actualmente se utilizan en el país más del 95 por ciento es producido en el extranjero. Parte de los recursos humanos con que cuenta el país, capacitados para desarrollar este tipo de programas, está dedicado a actividades que son consideradas más rentables. Los avances nacionales que actualmente existen en esta área responden, por lo general, a los intereses y planes de individuos y sólo por excepción están vinculados con requerimientos o necesidades de usuarios reales.

Buena parte de los proyectos desarrollados han estado guiados más por criterios estéticos que por los de facilidad de uso, rapidez, apoyo a usuarios, utilidad, etcétera. Las instituciones de investigación y desarrollo de programación del país tienen una capacidad limitada en la definición de requisitos, criterios de prueba, aseguramiento de calidad, estimación de tiempos y costos de desarrollo, documentación adecuada, etcétera, lo que, como ya se señaló, limita de manera determinante las posibilidades de comercialización de sus productos. Los recursos humanos disponibles en el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología son limitados, sobre todo en cuanto a personal con posgrado se refiere.

Entorno significativo

Sólo a través de la comercialización se podrán producir programas básicos de alta calidad. Por ello, se considera importante enfatizar que los sistemas de programas que se desarrollen en el país deben estar supeditados a la existencia de usuarios interesados en ellos, quienes deberán participar en los proyectos. Las instituciones gubernamentales (federales y estatales) y las empresas paraestatales son grandes consumidores de programas, por lo que podrán contribuir de manera importante al desarrollo nacional de los mismos, al igual que las firmas de consultoría y de ingeniería.

Uno de los problemas que enfrenta el sector electrónico, y el de la informática en particular, es la escasez de recursos humanos, aunque con los actuales pueden desarrollarse paquetes y sistemas de programas

que serán útiles y comercializables en el corto plazo; el ulterior desarrollo del área de programación descansa en una mayor y mejor formación de recursos humanos. La escasez de éstos es particularmente crítica en lo que se refiere a la administración y herramientas para la ingeniería de programación.

Probablemente entre 75 y 80 por ciento del trabajo total de desarrollo de un sistema de programas comercial se destina a estas tareas: definición de los requisitos del sistema de programas, estimación de tiempos y costos de desarrollo, criterios de prueba, aseguramiento de calidad, documentación, etcétera, correspondiendo a las actividades primarias de análisis y programación el 20 y el 25 por ciento restante. Generalmente se ignora este hecho, lo que reduce las posibilidades de comercialización exitosa de los sistemas de programas elaborados en el país.

Los esquemas de comercialización y transferencia tecnológica y la definición precisa de una política informática seguramente serán factores determinantes para el desarrollo de los sistemas de programas nacionales. Otro de los aspectos más importantes está en el diseño e implantación de las estrategias de comercialización nacional e internacional.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Bases de datos para microcomputadoras.
2. Diseño y manufactura asistidos por computadora (CAD/CAM).
3. Bases de datos geográficos.
4. Paquetes de programas para conectar varias máquinas entre sí.
5. Sistemas operativos para una microcomputadora.
6. Paquetes de memoria virtual.
7. Paquetes de aplicación para microcomputadoras (tipo visicalc, circuitos eléctricos de HP, etcétera).
8. Paquetes para la educación asistida por computadora.

6.6.7 Tecnología de microcomputadoras personales

Objetivo

—Desarrollar capacidad tecnológica nacional para especificar, diseñar y producir una microcomputadora personal de bajo precio, junto con los accesorios periféricos y programas que utilizará en particular la capacidad tecnológica para: a) especificar qué microcomputadora personal convendría fabricar nacionalmente, b) diseñar un prototipo industrial de dicha microcomputadora, c) desarrollar los métodos y sistemas requeridos para su producción industrial, d) elaborar prototipos industriales de sus equipos periféricos (casetes, discos, graficador digital, impresor e interfases) y los métodos para su producción industrial, e) implementar los sistemas de programas básicos y de aplicaciones para la microcomputadora y f) permitir que los productos evolucionen de acuerdo con el avance de la tecnología electrónica.

Justificación

La creciente importancia de las microcomputadoras personales tanto

mundial como nacionalmente está fuera de discusión. Su cada vez mayor capacidad y flexibilidad y su menor costo han hecho que su difusión y uso sean cada vez mayores; baste citar que la densidad de computadoras en Estados Unidos es de 2 por cada 100 habitantes. México no escapa a esta tendencia de proliferación de las microcomputadoras personales. El objetivo enunciado pretende integrarse en un solo propósito: dotar al país de la capacidad tecnológica de producción de una microcomputadora. Pero, adicionalmente, especificando cuidadosamente el producto hacia el que se orientarían los esfuerzos, cabría esperar éxitos parciales en algunas líneas de investigación, lo cual permitirá a la industria nacional participar en mercados de ciertos componentes; por otra parte, será indispensable incluir entre los objetivos la tecnología de producción industrial para lograr costos de fabricación muy reducidos y productos confiables y de buena calidad. Es evidente que sin la participación activa de la industria electrónica nacional y sin su voluntad para llevar los productos a su etapa de comercialización, el objeto focal pierde su sentido. Pero también es cierto que si éstas se logran y el programa tiene éxito, el vínculo entre la industria y los centros de investigación y desarrollo quedaría asegurado.

Contar con una microcomputadora de diseño y fabricación nacionales, competitiva en precio y calidad, y asegurando la capacidad tecnológica local para su posterior evolución, incrementará enormemente la autodeterminación científica y tecnológica del país. El diseño y fabricación de los diferentes componentes de la microcomputadora, o al menos los estratégicamente más importantes por razones de independencia económica y tecnológica, requerirá de un esfuerzo multidisciplinario integrado, no así el diseño de ésta que permanecerá dentro del ámbito de la electrónica. Los estudios de mercado y la definición de costos objetivos de producción de componentes y de integración que se requerirá durante la especificación de la microcomputadora darán la pauta de los esfuerzos que serán necesarios para alcanzar el resto de los objetivos propuestos.

Diagnóstico

La mayor parte de los laboratorios de investigación y desarrollo tecnológico del país en el área de la electrónica tienen capacidad para: a) emplear microcomputadoras, b) usar sistemas de desarrollo, c) utilizar y aplicar microprocesadores, d) desarrollar programas de aplicación, e) instrumentar programas básicos y f) construir equipo electrónico. A esta capacidad debe agregarse la de centros de otros subsectores como los de control y automatización que, en su mayoría, tienen como objeto principal de sus actividades las aplicaciones de microprocesadores.

El nivel de los centros y laboratorios citados permite la especificación y desarrollo del primer prototipo industrial de microcomputadora sin dificultad. Sin embargo, esta tarea de integración de componentes disponibles en un producto no sería suficiente si lo deseado es alcanzar un cierto nivel de autodeterminación tecnológica. La capacidad de dichos grupos para desarrollar y llevar al nivel de prototipo industrial los diferentes componentes y periféricos de la microcomputadora es

más limitada y habrá que reforzarla. Se considera, por otra parte, que la industria electrónica nacional tiene la capacidad suficiente para adquirir sin dificultad la tecnología producida.

Entorno significativo

Es indispensable la participación empresarial desde el inicio del programa. Dado que para hacer rentables las inversiones de producción en el mediano plazo se requerirán volúmenes de producción elevados, será conveniente pensar en mercados de exportación. Aunque la red de comercialización y distribución y los servicios de mantenimiento estarán fuera del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, éste tendrá que promover dentro del sector educativo la capacitación de los técnicos de nivel medio que se encargarán de tales tareas.

Puesto que los productos del sector electrónico evolucionan con gran rapidez, debe preverse que las líneas de investigación de éste y otros objetos focales de la electrónica deben permitir mejorar el diseño y los componentes de la microcomputadora de manera rápida y permanente. Por ello, será necesario fomentar la capacidad tecnológica del país en microelectrónica, desarrollo de sistemas de programas, técnicas de diseño y fabricación ayudados por computadoras (CAD/CAM), diseño de periféricos como teclados, discos flexibles, almacenamiento masivo, impresoras de bajo costo, graficadores digitales, etcétera. Algunos de estos aspectos están contemplados en otros de los objetos focales y su ejecución y resultados deberán incorporarse a este programa de microcomputadoras.

Contar con un laboratorio industrial asociado con la industria electrónica nacional facilitará la comunicación y vinculación entre los centros de investigación y desarrollo tecnológico y el sector productivo, proporcionando, además, insumos importantes al programa en lo que se refiere a estudios de mercado, estudios prospectivos sobre su evolución y la tecnología correspondiente, las pruebas de equipo y programas y el control de calidad de los productos.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Especificación de la microcomputadora. Estudios de mercado, evaluación y prospección tecnológica, definición de arquitectura, programas y periféricos, costos, etcétera.
2. Prototipo industrial e ingeniería de detalle asociada (equipo y programas).
3. Diseño de la planta piloto y estudio de métodos de producción a baja y gran escala; incluye el desarrollo de métodos de prueba para equipo y programas y procesamiento de documentación.
4. Programas adicionales, al basic, otros lenguajes, sistemas operativos CP/M, paquetes de programas tipo Visicalc y graficación.
5. Periféricos de expansión: impresores de bajo costo, discos flexibles para almacenamiento masivo, interfases en serie y paralelo, graficadores digitales, etcétera. Se deberán desarrollar también los sistemas de programas para el manejo de estos periféricos.

6. Problemas de distribución, mantenimiento y difusión de programas y apoyo de aplicaciones.
7. Tendencias de evolución de: a) despliegue de imágenes, b) teclados, c) impresión, d) memorias masivas, e) sistemas de programas para microcomputadoras personales, y f) diseño de circuitos integrados por encomienda (extrema integración).

6.7 Desarrollo tecnológico de la industria químico-farmacéutica

6.7.1 Materias primas

Objetivos

- Estudiar los productos petroquímicos básicos, secundarios, intermedios y los insumos de origen animal, vegetal y mineral empleados para la fabricación de principios activos, excipientes y químicos auxiliares grado farmacéutico.
- Adaptar tecnologías de productos estratégicos localizados dentro de los siguientes grupos: petroquímicos básicos, secundarios, intermedios, y los principios activos incluidos en el cuadro básico del sector salud.
- Desarrollar tecnologías de procesos extractivos, biotecnológicos, químicos y biológicos de productos petroquímicos básicos, secundarios, intermedios, fármacos, excipientes y químicos auxiliares grado farmacéutico.

Justificación

Es indispensable contar con un estudio que defina los productos petroquímicos básicos, secundarios e intermedios y los insumos de origen animal, vegetal y mineral que más se empleen y coincidan con las diferentes rutas sintéticas utilizadas en la fabricación de fármacos, excipientes y químicos auxiliares utilizados en la industria farmacéutica. Es notable el hecho de que una misma materia prima pueda ser empleada para la fabricación de diferentes fármacos.

Se cuenta con productos petroquímicos fabricados por PEMEX; sin embargo, es importante observar que no todos los productos con permiso petroquímico se fabrican en el país y muchos de ellos se encuentran en sus etapas de implementación, por lo que se justifica el desarrollo y adaptación de sus tecnologías.

Aun cuando el valor de la producción de farmoquímicos es ligeramente mayor al valor de la importación, se tiene una balanza comercial favorable al país. Sin embargo, existe desproporción en el número de farmacoquímicos importados con respecto a los producidos, lo cual ocasiona escasez en algunos renglones de la producción de medicamentos. Por otra parte, es importante hacer notar que esta industria es de reciente creación (la mayor parte de las plantas establecidas no pasa de 15 años) y en un buen número de farmoquímicos fabricados solamente se efectúan los últimos pasos de la síntesis.

La adaptación de tecnología extractiva, sea de animales, plantas o minerales, fortalecería en forma sólida esta industria, ya que en el momento actual es sumamente incipiente (los principales productos antiespasmódicos son de este origen, así como los esteroides, cardiotónicos, alcaloides, etcétera) lo que justifica, además, estudios del ecosistema y desarrollo de plantas medicinales.

El desarrollo de los procesos biotecnológicos influye principalmente en la fabricación de antibióticos y enzimas; aunque algunos de estos productos se fabrican en el país, la dependencia de tecnología extranjera todavía es considerable. Por otra parte, la fabricación de productos biológicos es importante para el país, ya que trae como consecuencia la fabricación de sueros, vacunas y hemoderivados ampliamente utilizados en el tratamiento de los padecimientos endémicos más comunes, existiendo además la necesidad de reactivos biológicos.

Diagnóstico

La situación actual de la industria químico-farmacéutica, hace evidente la necesidad de fortalecer a la planta productiva y a la infraestructura tecnológica existente en las universidades y centros de investigación, para lograr el desarrollo de fármacos y excipientes grado farmacéutico empleados principalmente en el cuadro básico de medicamentos del sector salud.

Entorno significativo

Para fomentar el desarrollo de esta industria será necesario: a) establecer estímulos a fin de lograr mayor vinculación industrial y científica, b) promover acciones de informática especializada para apoyar a las industrias farmoquímica y farmacéutica, c) fortalecer los centros de investigación existentes y d) establecer mecanismos adecuados para mejorar el aprovechamiento de la herbolaria nacional con propiedades farmacológicas.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico sobre

1. Estado en el que se encuentra la fabricación de productos petroquímicos secundarios e intermedios avanzados.
2. Productos intermedios para la fabricación de fármacos excipientes y químicos auxiliares.
3. Rutas sintéticas y su optimización para la producción de fármacos, principalmente los incluidos en el cuadro básico de medicamentos del sector salud.
4. Optimización de procesos biotecnológicos, principalmente en el ramo de la enzimología y la fabricación de antibióticos.
5. Obtención y purificación de principios activos y excipientes utilizados en la industria farmacéutica.
6. Productos biológicos empleados principalmente en el cuadro básico de medicamentos del sector salud.

6.7.2 Formulación de medicamentos

Objetivos

- Lograr que los medicamentos incluidos en el cuadro básico del sector salud reúnan las características de calidad, seguridad y efectividad terapéutica durante el diseño de la forma farmacéutica.
- Sentar las bases de la infraestructura humana, informática y física, capaz de desarrollar tecnologías para el diseño de formas farmacéuticas.
- Fomentar investigaciones en el campo de la biodisponibilidad que influyan en el proceso de formulación.
- Aprovechar racionalmente sustancias con posibilidades de ser utilizadas como excipientes y darles calidad farmacéutica a las existentes.

Justificación

El acceso a la etapa de formulación farmacéutica entrañará el desarrollo de la infraestructura adecuada a esta industria.

Debido a que la tecnología de formulación de medicamentos no existe disponible en el mercado, pues usualmente es transferida de casas matrices a sucursales, la única posibilidad de alcanzar autodeterminación en este campo es desarrollar tecnología propia con base en el fomento a los grupos de investigación nacionales.

Diagnóstico

La salud es un área prioritaria para el país y se puede considerar que la demanda de los medicamentos se encuentra satisfecha; las compañías nacionales aportan aproximadamente la tercera parte de este mercado. Sin embargo, mientras que las trasnacionales traen la tecnología de su casa matriz las nacionales no han logrado desarrollar una tecnología propia que les permita competir en costos y calidad; en este aspecto el diseño de la formulación, la tecnología y control del proceso influyen decisivamente. Los incipientes desarrollos nacionales se orientan por patrones de diseño extranjeros, lo que involucra la necesidad de importar buena parte de los excipientes, situación que se agrava por no existir en el país una verdadera tradición en el desarrollo de formulaciones.

Entorno significativo

Para coadyuvar al logro de los objetivos es necesario formar recursos humanos de posgrado, en apoyo y fortalecimiento a la infraestructura existente en el país.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico para

1. Obtener excipientes.
2. Proporcionar grado farmacéutico a sustancias de producción nacional que podrían ser excipientes, pero que actualmente no cumplen con las especificaciones necesarias.
3. Proceso y optimización de excipientes para la producción de los medicamentos.

4. Optimización de formulaciones con especial enfoque en estudios de biodisponibilidad.
5. Análisis del desarrollo analítico de principios activos, excipientes y químicos auxiliares, en estudios de estabilidad, proceso y producto terminado.
6. Elaboración de formas farmacéuticas de liberación controlada y acción dirigida.

6.7.3 Calidad de medicamentos

Objetivo

—Conocer los factores que influyen en el desarrollo tecnológico de los medicamentos para lograr que lleguen a su destino en la forma y concentración requeridos con las menores consecuencias indeseables.

Justificación

México es, en este momento, uno de los países en el mundo que no tiene solucionado el problema de los estudios de biofarmacia y eficiencia clínica. La Secretaría de Salubridad y Asistencia ha decidido situarse en un nivel sanitario adecuado en el renglón de medicamentos; sin embargo, para llevar a cabo las pruebas correspondientes, los grupos de investigación no son suficientes en número y capacidad tecnológica. Es necesario, por tanto, apoyar el trabajo de estos grupos para generar los conocimientos que garanticen el arribo del fármaco a la circulación sistémica en la forma y concentración requeridas. Las formas de liberación controlada y nuevas formas dirigidas darán las bases para que las autoridades sanitarias puedan establecer normas en esta área.

Los estudios de bioequivalencia garantizan la seguridad de una terapéutica con alternativas de sustitución de diferentes marcas y diferentes formas farmacéuticas de un mismo principio activo, manteniendo la dosis requerida; tienen, además, una influencia directa en la economía porque permiten la disminución de la dependencia en las compras del sector salud.

Diagnóstico

La Organización Mundial de la Salud (OMS) cataloga a México en el campo del conocimiento de los medicamentos a la altura de los países más atrasados del mundo; además, el país no está fortaleciendo a grupos de investigación en el área para enfrentar problemas inmediatos y a corto plazo de medicamentos circulantes.

Entorno significativo

Sólo existe una maestría en farmacia (biofarmacia), por lo que habría que fomentar, además de posgrado en farmacia, los estudios relacionados con tecnología farmacéutica y biofarmacia que son de influencia directa, así como el establecimiento de grupos piloto de farmacia hospitalaria.

Es conveniente promover cambios en la legislación sanitaria acerca de las pruebas necesarias para que haya congruencia entre registro y cancelación de un medicamento, y promover ante la Secretaría de Salud y Asistencia la normalización de las especificaciones que deben satisfacer los fármacos y excipientes.

Por otra parte, es de interés fomentar relaciones con organizaciones tales como la OMS para crear programas de apoyo al incipiente desarrollo nacional en este campo y lograr un intercambio de conocimientos y personal que permitan fomentar y capacitar recursos humanos de alto nivel.

También es necesaria la integración de equipos de salud (médico-farmacéutico-enfermera), que trabajen para captar la información adecuada que garantice el éxito de las pruebas en los hospitales.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico sobre:

1. Biodisponibilidad por grupos terapéuticos.
2. Formulaciones de medicamentos con características biofarmacéuticas deseadas.
3. Análisis de principios activos, excipientes y químicos auxiliares en fluidos biológicos.

6.7.4 Infraestructura para la captación sistematizada de la información sobre medicamentos

Objetivos

- Organizar la captación continua de información sobre la acción de medicamentos.
- Difundir información objetiva sobre los medicamentos y optimizar la terapéutica.

Justificación

Gran número de nuevos medicamentos han transformado el ejercicio de la medicina y, al mismo tiempo, han ocasionado diversos efectos perjudiciales; entre las reacciones medicamentosas adversas hay muchas que no se pueden prever mediante experimentos toxicológicos en animales ni mediante ensayos clínicos controlados, si las poblaciones difieren en características tales como edad, sexo, enfermedades, etcétera, o si las especificaciones del medicamento se modifican con posterioridad al ensayo.

Para evitar lo anterior es necesario:

- Examinar las posibilidades de aumentar la eficacia de los hospitales, respecto a la detección y a la notificación de las reacciones adversas a los medicamentos en el marco de un sistema nacional.
- Estudiar los problemas de método que a la vigilancia farmacológica en los hospitales plantea la aplicación de técnicas epidemiológicas.
- Incorporar el país al sistema de vigilancia internacional de la OMS,

lo que proporcionaría el intercambio de reacciones medicamentosas de los centros de investigación de otros países.

Ha resultado significativo que en varios centros donde se lleva a cabo la vigilancia farmacológica intensiva se han perfeccionado los métodos de suministro, prescripción y administración de medicamentos. Los datos obtenidos pueden utilizarse para la investigación operativa. Los nuevos métodos de distribución de medicamentos podrían servir de base para la reorganización de la asistencia hospitalaria.

Por otro lado, tener un servicio de información daría apoyo a nuestra incipiente industria farmacéutica para lograr que compita, en las condiciones más ventajosas posibles, en el mercado internacional.

Diagnóstico

En México se cuenta con escasos sistemas de información objetiva sobre medicamentos, a pesar de constituir una necesidad básica para el sector salud y el sector productivo farmacéutico. La dispersión y superficialidad de los pocos datos existentes confunden e impiden a los diversos profesionales involucrados en el área de las ciencias farmacéuticas el logro de sus metas.

Entorno significativo

Se requerirá emprender disciplinas afines, tales como farmacia hospitalaria, biofarmacia y farmacología clínica, y fomentar la formación de recursos humanos en estas mismas áreas, así como capturar información sobre:

Acción del medicamento

- Epidemiología de las reacciones adversas.
 - Frecuencia y modalidades de las reacciones adversas.
 - Interacciones medicamentosas.
 - Abuso y empleo incorrecto de los medicamentos.
- Eficacia de los medicamentos.
- Efectos a largo plazo de los medicamentos.
- Pacientes predispuestos a las reacciones medicamentosas adversas.
- Estudios farmacológicos.
- Distribución de medicamentos en los hospitales.

Materias primas que intervienen en la producción del medicamento

- Propiedades fisicoquímicas.
- Métodos analíticos: materia prima en proceso, producto terminado, estabilidad, biodisponibilidad y bioequivalencia.
- Mercado nacional e internacional de petroquímicos básicos y secundarios, productos naturales, excipientes, auxiliares, etcétera.

- Interacciones químicas entre principios activos, entre costos y los excipientes, auxiliares, empaque y envases.
- Banco de patentes y documentación tecnológica sobre proceso, ingeniería básica, etcétera.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico sobre

1. Sistemas de registro y comprobación de los medicamentos administrados; ordenación de los datos relativos a los medicamentos prescritos completados con detalles personales del paciente, así como otra información que facilite organizar la vigilancia farmacológica en el sistema hospitalario.
2. Sistemas de procesamiento electrónico de datos para conservar y analizar la información, así como mecanismos de difusión adecuados.
3. Sistemas electrónicos para captar información publicada o generada por datos experimentales obtenidos en instituciones de investigación.

6.7.5 Farmacología y toxicología de medicamentos

Objetivo

- Fomentar las investigaciones en farmacología y toxicología de medicamentos, y promover la comunicación entre las instituciones de investigación y los usuarios de los sectores público y privado. Desarrollar nuevos medicamentos y estudiar las características, indicaciones y contra indicaciones de los fármacos actualmente en uso.

Justificación

La caracterización farmacológica de los agentes que se emplean en terapéutica, así como la de los que se pretende introducir para uso clínico, es indudablemente uno de los aspectos más importantes en el desarrollo de una industria químico farmacéutica. Para determinar con precisión cuáles son sus usos dentro de la terapéutica, así como sus posibles efectos colaterales y tóxicos, es necesario estudiar el medicamento por sus efectos sobre las propiedades fisiológicas de los diversos órganos y sistemas.

Este tipo de estudios permite, además, la valoración constante de los medicamentos que se están usando y su comparación con fármacos nuevos hace posible decidir la conveniencia de un nuevo medicamento, y permite destacar sustancias que han sido superadas.

El desarrollo de nuevos medicamentos depende directamente de la calidad y eficiencia del sistema de estudios de caracterización farmacológica, ya que sin este componente no es posible seguir la ruta crítica para el descubrimiento de nuevos productos.

El logro del objetivo permitirá contar con laboratorios funcionales y expertos en las diversas especialidades y subespecialidades que podrán satisfacer adecuadamente las necesidades de investigación básica, imprescindible para el desarrollo de la industria químico-farmacéutica.

Diagnóstico

Se cuenta con una serie de grupos que llevan a cabo investigación científica. A pesar de que algunos grupos son numerosos y cuentan con amplios recursos, ninguno tiene todos los elementos necesarios para poder cubrir los requerimientos para el estudio de las diversas facetas en un medicamento. Empero, tanto la calidad científica como las características de los diversos grupos que realizan investigación básica asegura que, si se lograra una labor conjunta, el país sería uno de los mejores en investigación químico-farmacéutica. El análisis cuidadoso de la infraestructura con la que se cuenta actualmente refleja que las condiciones son favorables y que sólo se necesita un elemento que coordine a estos elementos para lograr los objetivos propuestos.

Entorno significativo

Las instituciones de educación superior tienen ya los programas adecuados para la formación del personal científico calificado; lo que es necesario es promover el desarrollo y el crecimiento de éstos y asegurarse que los programas de estudios estén de acuerdo con las necesidades de las disciplinas. Es también importante promover el interés de los estudiantes preuniversitarios y universitarios por estas disciplinas, ya que uno de los problemas más agudos que se tienen en la actualidad es la escasez de aspirantes para estas especialidades.

El desarrollo de programas eficientes de investigación básica para estos fines requiere de técnicos calificados en varias subespecialidades. En la actualidad no existen programas adecuados para la capacitación de este tipo de personal, por lo que es fundamental que se promueva ante las instituciones de educación superior la creación de estos cursos.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

Deberán ser aquellas que se ajusten a las necesidades que vayan surgiendo como resultado del desarrollo de los otros objetos focales de este programa indicativo. Deberá evitarse, en lo posible, el financiamiento de nuevas áreas de investigación que no cuenten con el equipo y la infraestructura mínima, ya que de esta manera se emplearían los recursos disponibles en proyectos limitados. El apoyo deberá ser otorgado sólo a los grupos que han demostrado poder llevar a cabo labores de investigación de primera línea, ya que de otra manera será muy difícil alcanzar estos objetivos.

6.7.6 Unidades de investigación clínica

Objetivo

—Fomentar la formación de unidades de investigación clínica en las instituciones en las que existe la infraestructura adecuada y promover

la comunicación entre éstas y los usuarios de los sectores público y privado.

Justificación

El estudio de las características de las acciones de los medicamentos en el humano representa la culminación de todos los procesos involucrados en el desarrollo de la industria químico-farmacéutica. En términos generales, la mayor parte de los estudios que se llevan a cabo con un medicamento tienen como finalidad el uso de éste en la clínica y, a pesar de que todos los modelos experimentales que se emplean en los estudios de caracterización farmacológica y toxicológica intentan predecir los resultados de fármacos en el humano, sólo la investigación clínica permite afirmar que un medicamento es efectivo y que su uso es relativamente seguro.

Esta limitación tan importante en los estudios preclínicos es resultado de las diferencias que existen entre los modelos experimentales y las diversas condiciones patológicas del humano. Por esta razón la investigación clínica tiene un lugar preponderante en la ruta crítica del desarrollo de nuevos medicamentos y en la valoración constante de los agentes que ya han ingresado en la terapéutica.

En términos generales la investigación clínica sobre las acciones de medicamentos se puede dividir en dos grandes clases: los estudios con nuevos medicamentos y la valoración de medicamentos que ya están aceptados en los cuadros terapéuticos generales. La investigación sobre medicamentos en uso incluye modalidades que dependen de la evolución de los conocimientos en las diversas áreas. En contraste, los estudios sobre nuevos medicamentos siguen, en general, un formato claramente definido e incluyen tres fases de investigación. Los estudios de la Fase I consisten en averiguar cuáles son los efectos del nuevo medicamento en voluntarios sanos y cuál es la dosis máxima tolerada. En la Fase II se determina la efectividad del medicamento usando, siempre que sea posible, protocolos doble ciego con placebo, la dosis terapéutica y los efectos colaterales. En la Fase III se confirma la efectividad del compuesto y sus efectos tóxicos, en estudios multicéntricos en los que se analiza una muestra de 2 mil o más pacientes.

El elemento más ambicioso es fomentar la creación de unidades especializadas en investigación clínica. La creación de estas unidades acabaría con la mayor parte de los obstáculos que existen en la actualidad para que se lleve a cabo investigación clínica de gran trascendencia, ya que eliminaría la situación actual en la que el desarrollo de un proyecto de este tipo tiene que competir con obligaciones asistenciales. La formación de estas unidades deslindaría estos dos tipos de actividad y aseguraría que el personal involucrado en ellas pueda dedicar todo su tiempo a los estudios. Los costos de estas unidades no serían muy elevados, ya que las cuotas que se debe cobrar por los estudios de nuevos medicamentos cubrirían una gran parte de sus presupuestos.

Diagnóstico

En la actualidad se llevan a cabo en el país numerosos trabajos de

investigación clínica de alta calidad, pero no existe un mecanismo que permita coordinar los esfuerzos de los diversos grupos. La investigación que se desarrolla ahora depende directamente del interés de un individuo o grupo por un problema y tiene que llevarse a cabo dentro del contexto de obligaciones asistenciales de los médicos y sus servicios, por lo que es frecuente que los estudios requieran mucho tiempo para terminarse y en ocasiones tanto el número de pacientes estudiados como el número de parámetros valorados es menor que el aconsejable.

Entorno significativo

El éxito del objetivo planteado depende de la creación de dos tipos de estructura con las que no se cuenta en la actualidad. Por un lado, es imprescindible coordinar las labores de los grupos involucrados en estos estudios y asegurar también la comunicación entre todos los niveles interesados en estos problemas. Se deberá contar con representantes de las diversas instituciones hospitalarias involucradas: científicos de las ramas básicas, elementos de la industria farmacéutica privada y paraestatal y funcionarios de las Secretarías de Estado, de las que dependen los hospitales e institutos participantes.

Además:

- El apoyo económico que debe brindarse a las instituciones que establezcan estas unidades es imprescindible en la primera etapa, ya que para lograr la formación de éstas es necesario incrementar personal y equipo para no restarle capacidad asistencial a los hospitales involucrados. Este financiamiento sólo será necesario en la etapa inicial, ya que una vez que las unidades funcionen las cuotas obtenidas por los estudios deberán cubrir la mayor parte de los gastos.
- Es necesario fomentar la formación de recursos humanos especializados en investigación clínica, ya que hasta la fecha sólo existe un grupo poco numeroso de individuos preparados para este tipo de actividad.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

Las que permitan crear las unidades de investigación clínica que estén relacionadas con estudios de la Fase I. El énfasis deberá ponerse en lograr que inicien su funcionamiento un número reducido de unidades piloto para servir como herramientas y ejemplos para el diseño del resto de las unidades. Estas deberán estar ubicadas en instituciones con infraestructura científica sólida y manejadas por personal con experiencia en investigación.

6.8 Desarrollo tecnológico de la industria petroquímica

6.8.1 Asimilar las tecnologías de proceso utilizadas actualmente en la industria petroquímica nacional

Objetivos

- Desarrollar internamente la capacidad técnica suficiente para reproducir, optimizar e innovar la tecnología adquirida.
- Racionalizar la contratación de tecnología de proceso de origen extranjero.
- Lograr el mejoramiento de la competitividad de las empresas y alcanzar una posición tecnológica sólida nacional e internacionalmente.

Justificación

La asimilación de tecnología debe entenderse como el proceso de aprendizaje cuyo alcance va desde familiarizarse con la tecnología adquirida, hasta la incorporación de nuevos conocimientos obtenidos a través de la experiencia alcanzada con la operación de la unidad productiva, que permita superar la tecnología original.

Es por esta razón que la asimilación no se inicia con el arranque de la unidad, sino que se debe originar en la negociación y transferencia de la tecnología para asegurar la adaptación de la misma a las condiciones del país sin demeritar las características básicas del proceso. Para esto es esencial la participación en la elaboración y obtención del paquete completo de ingeniería básica en la correspondiente capacitación del personal, tanto en el área de operación como en el área técnica o de ingeniería de proceso.

Es necesario establecer programas específicos que permitan la sistematización, control y evaluación continua de las actividades técnicas de las empresas, de tal forma que se induzca a obtener conocimiento de los factores que conforman la tecnología en uso, lo cual se traducirá en la adecuación del proceso productivo a las condiciones de materias primas en el incremento de productividad y en el rompimiento de obstáculos. De esta forma se generarán paulatinamente desarrollos tendientes a la optimización de los recursos, mismos que incidirán en mayor o menor grado en las características competitivas del producto final.

Por otra parte, las acciones ya descritas permitirán no contratar paquetes tecnológicos completos en los casos de ampliaciones o duplicaciones de capacidades futuras, de tal manera que sólo sea necesario volver a adquirir del extranjero innovaciones significativas al proceso y la integración del paquete puede hacerse con recursos internos de las empresas, asistidas por la infraestructura existente de firmas de ingeniería. Aunado a lo anterior, la sustitución de importaciones por adecuación

de procesos a calidades de materias primas nacionales puede contribuir de manera significativa al mejoramiento de la balanza de divisas.

Diagnóstico

Actualmente no se administra la tecnología desde la fase de evaluación hasta su explotación, de la misma manera como se administran otros insumos tales como los comerciales, financieros y de recursos humanos, de tal forma que pocas empresas cuentan con grupos o departamentos técnicos cuya responsabilidad principal sea realizar actividades tecnológicas como revisar, concentrar, completar y actualizar la información técnica del paquete de ingeniería básica; documentar adecuadamente las mejoras introducidas al proceso productivo; realizar balances de materia y energía en sistemas específicos del proceso, y detectar desviaciones al comparar los resultados con los del diseño original.

Normalmente, en las actividades de las empresas no se contemplan programas de especialización de recursos humanos de nivel medio en áreas técnicas específicas que son necesarias para el análisis y optimización de los recursos tecnológicos. Como consecuencia, para resolver los problemas que se presentan se recurre frecuentemente a la asistencia técnica extranjera o a la renovación de contratos existentes, en lugar de crear recursos propios.

Entorno significativo

En la fase de negociación de tecnología normalmente se ha dado más importancia a los aspectos legales, económicos y de comercialización que a los técnicos, debido fundamentalmente a que no se ha integrado un grupo especializado que esté dedicado a estas actividades, lo cual se ha traducido en la obtención de paquetes tecnológicos incompletos e inadecuada capacitación del personal.

Ha existido poca o nula demanda por parte de las empresas para que las firmas de ingeniería nacionales participen en la elaboración de la ingeniería básica, lo cual ha ocasionado indiferencia en la estructuración e integración de estos paquetes y, por lo tanto, no se ha formado la infraestructura necesaria para que las firmas de ingeniería se conviertan en posibles oferentes de tecnología.

Se requiere una mayor preocupación empresarial para la explotación de la unidad productiva en términos de volumen producido en calidades y costos aceptables que permitan asegurar la competitividad y posición tecnológica de la empresa en el mediano y largo plazos.

Por otra parte, existe poca vinculación entre los centros de investigación y la industria, ocasionando que los primeros desconozcan las necesidades tecnológicas de los segundos y no se cuente en el país con bancos de información completos y suficientes para soportar actividades técnicas especializadas.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico para

1. Impulsar la formación, dentro de las empresas, de grupos técnicos

responsables de las actividades tecnológicas y que estén dedicados a:

- Implantar programas de asimilación con objetivos realistas y metas alcanzables en el corto y mediano plazos, incluyendo actividades desde la selección y negociación de tecnologías.
 - Caracterizar o tipificar la tecnología disponible para conocer las debilidades y oportunidades de mejora, las cuales serán traducidas a actividades específicas dentro del programa de asimilación.
2. Vincular las firmas de ingeniería con las empresas para que participen en la elaboración e integración del paquete de ingeniería básica a través de posibles contratos triangulares con el licenciador.
 3. Estrechar la relación de empresas con los centros de investigación existentes para que asistan en actividades de investigación y desarrollo complementarias a los programas de asimilación tales como pruebas en planta piloto para analizar el comportamiento de variables críticas que afectan el proceso productivo, determinación de propiedades termodinámicas en corrientes de proceso, análisis de la cinética de reacción, etcétera.

6.8.2 Desarrollar la ingeniería básica en el país a partir de tecnologías de proceso ya asimiladas en la industria petroquímica nacional

Objetivos

- Desarrollar la infraestructura física necesaria para apoyar áreas técnicas especializadas y lograr la integración de paquetes de ingeniería básica.
- Evitar la compra de paquetes tecnológicos cerrados.
- Elaborar paquetes completos de ingeniería básica para nuevos proyectos o ampliaciones de capacidad de procesos existentes en el país.
- Ofrecer tecnologías ya asimiladas en las empresas de la industria petroquímica nacional.

Justificación

Por el análisis continuo de la documentación y el conocimiento técnico generado durante la realización de las actividades de asimilación de las empresas, es posible detectar necesidades tecnológicas específicas para poder integrar paquetes completos de tecnología que incluyan datos básicos de ingeniería y permitan llevar a cabo escalaciones, optimizaciones o modificaciones al proceso productivo.

Para llevar a cabo lo anterior las empresas deberán apoyarse en centros de investigación y firmas de ingeniería. En el primer caso, para los aspectos relacionados con pruebas en planta piloto y determinación de datos experimentales. En el segundo caso, para reforzar la capacidad de selección y diseño de equipo de proceso, así como el diseño de sistemas que pueden incluir desde un área de proceso específica hasta el proceso productivo en su totalidad con incorporación de innovaciones de tecnologías avanzadas compradas en el exterior.

La realización de las acciones ya mencionadas traerá como conse-

cuencia evitar la salida de divisas por concepto del pago de paquetes completos de tecnología; menores costos de inversión para la realización de ampliaciones; formación de infraestructura tecnológica nacional; impulso a la fabricación de bienes de capital nacional con asistencia técnica de firmas de ingeniería, y la generación de divisas por concepto de exportación de tecnología asimilada.

Diagnóstico

La negociación de la tecnología normalmente está sujeta a la compra de la ingeniería básica sin darle la atención necesaria a la obtención de documentos tales como memorias de cálculo, información termodinámica de corrientes de proceso y resultados de pruebas realizadas en plantas piloto, los cuales sirvieron de base para la elaboración del paquete de ingeniería básica.

La ingeniería básica es referida a equipo de diseño especial, generalmente disponible en el país de origen de la tecnología extranjera, y las cláusulas de garantía de funcionalidad y rendimiento están condicionadas al uso de estos equipos.

Las firmas de ingeniería nacionales participan generalmente en las etapas de ingeniería de detalle, adquisición de equipo y construcción, y los diseños los reciben del tecnólogo original o de una firma de ingeniería extranjera.

Entorno significativo

Para la consecución de los objetivos propuestos es necesario:

- Desarrollar capacidad técnica en las empresas y centros de investigación para la definición de las bases de diseño y manuales de proceso que puedan ser utilizables posteriormente en las firmas de ingeniería para la estructuración de los paquetes de ingeniería básica.
- Lograr que las empresas del sector, en particular las medianas y pequeñas, tengan acceso a centros de investigación y desarrollo especializados que les proporcionen los servicios técnicos que no puedan satisfacer con recursos propios.
- Reforzar los centros de investigación y desarrollo existentes, de manera que optimicen las siguientes áreas de interés prioritario: química orgánica y analítica, cinética, catálisis y diseño de reactores, termodinámica aplicada, proceso de separación, ingeniería de procesos, ingeniería ambiental y manejo de materiales.
- Fomentar la integración de grupos de ingeniería de proceso para la elaboración de paquetes de ingeniería básica en las firmas nacionales y reforzar y complementar el sistema de información técnica estableciendo una red nacional de acceso rápido y fácil.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico para

1. Estructurar y completar bancos de información termodinámica relacionada con el proceso productivo de las empresas, mediante pro-

yectos de investigación específicos que permitan generar los datos básicos necesarios para la elaboración de la ingeniería.

2. Mejorar las herramientas y sistemas de cálculo para el diseño y simulación de procesos que permita la optimización de los mismos.

6.8.3 Asimilación de las tecnologías de producto y de aplicación utilizadas en la actualidad para resinas sintéticas, fibras, elastómeros y especialidades

Objetivos

- Racionalizar la contratación de tecnología empleada en el desarrollo de nuevos productos y aplicaciones.
- Lograr la integración y formación paulatina de los recursos humanos, así como la instrumentación de infraestructura necesaria para reproducir, optimizar e innovar la tecnología adquirida, que en forma continua realimenten la tecnología de productos existentes y propicien la incorporación de otros nuevos.
- Obtener la estructuración paulatina de recursos humanos, así como el reforzamiento a la infraestructura disponible que sirva de apoyo a la asimilación de la tecnología existente para las especialidades químicas.
- Seleccionar adecuadamente las innovaciones convenientes que habrá que adquirir o desarrollar.

Justificación

La industria de polímeros y de especialidades opera en general bajo licencia de la tecnología de firmas extranjeras. Tanto la tecnología de producto como la de aplicación, a diferencia de la de proceso, es altamente dinámica y se encuentra sujeta a la introducción permanente de mejoras e innovaciones que han obligado al productor nacional a depender del licenciador extranjero a través de convenios de asistencia técnica.

Para poder eliminar, o al menos reducir esta dependencia, es necesario realizar un esfuerzo permanente en la asimilación de tecnología de producto; sin embargo, el proceso de asimilación de dicha tecnología requiere de recursos humanos debidamente capacitados que puedan utilizarla, optimizarla e innovarla y, por supuesto, de los recursos físicos necesarios para llevar a cabo los experimentos o trabajos requeridos para el mismo fin. Como parte importante de esta tarea está la adaptación de la tecnología adquirida a las necesidades nacionales, por ejemplo, la adaptación a las materias primas y equipo disponibles en el país. Además, dentro del proceso de asimilación, la adaptación de tecnología permite no sólo racionalizar importaciones sino que puede llegar a modificar los productos para nuevas aplicaciones que satisfagan necesidades no previstas en el producto original, o bien, que se adapten mejor a las condiciones del mercado nacional.

En forma similar se pueden considerar los aditivos comúnmente empleados para la elaboración de productos, los cuales en ocasiones no satisfacen las características necesarias para su aplicación, debido en parte a la falta de adaptación a las condiciones locales, generando un

ciclo que impide tener productos de calidad adecuada a costos competitivos.

Diagnóstico

Hasta la fecha, la industria en este campo ha comprado su tecnología, y la que está disponible no necesariamente es adecuada a las condiciones del mercado nacional, por lo que su utilización puede presentar problemas de adaptación a las materias primas que se producen localmente.

Por otra parte, la insuficiente normalización para los productos provenientes de los pasos subsecuentes y, más aún, para los de aplicación final que van al consumidor, ha ocasionado que los fabricantes de dichos productos se vean obligados a concurrir al mercado con productos de menor costo en detrimento de la calidad, lo que ha dado una imagen negativa del producto.

Entorno significativo

No se cuenta con la legislación necesaria que induzca y estimule a los empresarios a invertir en asimilación, y éstos han mostrado en general poco interés en este proceso. El poco conocimiento de las necesidades tecnológicas de las industrias por parte de los grupos de investigación en los centros es debido a la falta de vinculación.

No existen centros de excelencia tecnológica en estas subramas industriales ni la infraestructura mínima necesaria, y también se requiere normalización suficiente que regule la calidad de los productos destinados al consumidor. Los proveedores de maquinaria, usuarios y proveedores de materia prima, no están debidamente ligados en la resolución de los problemas de asimilación.

Será necesario establecer lineamientos que generen en las empresas la necesidad de participar en el proceso de asimilación de su tecnología.

Además:

- Establecer incentivos fiscales que hagan atractiva la inversión en este concepto, así como fortalecer los mecanismos de financiamiento destinados a este rubro.
- Realizar inventarios de recursos que permitan la mejor vinculación de la industria con los centros de investigación y promover proyectos enfocados a la resolución de sus problemas para aprovechar tanto su equipo como su personal especializado.
- Reforzar los posibles grupos de excelencia en centros de investigación y firmas de ingeniería.
- Instrumentar la normalización de productos de aplicación final que van al consumidor.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico sobre

1. Normalización y caracterización de materias primas y productos para los termoplásticos de mayor consumo.

2. Planes de asimilación.
3. Establecimiento de programas piloto de información sobre estado del arte.

6.8.4 Desarrollar tecnologías de productos y aplicaciones relacionadas con productos de uso popular

Objetivos

- Racionalizar el uso de empaques en alimentos y medicamentos.
- Incrementar el uso de materiales compuestos en la construcción de viviendas populares.
- Aumentar el uso de los plásticos en la agricultura.
- Incrementar el uso de polímeros en prendas de vestir y calzado para abatir su costo y mejorar la disponibilidad local de materia prima.

Justificación

La fabricación de productos de consumo popular a bajos precios y con un mayor contenido de materias primas locales es una de las prioridades nacionales.

Asimismo, el fortalecimiento del mercado interno, apoyado en un mayor consumo por parte de los grupos de población mayoritarios, constituye la plataforma para que la industria nacional mejore su posición productiva y se pueda proyectar hacia mercados de exportación en forma competitiva, sobre todo para aprovechar el mercado potencial que representan los países latinoamericanos.

Diagnóstico

Existen carencias en renglones tan importantes como el de producción, almacenamiento, transporte y conservación de alimentos; fabricación de prendas de vestir y calzado, y construcción de viviendas populares, entre otras, para cuya resolución poco se ha considerado el potencial de aprovechamiento de recursos naturales abundantes en el país. Es así que se importan: alimentos para subsanar una baja productividad de la tierra y una escasa infraestructura de almacenamiento y transporte; cueros y pieles naturales que previamente han sido exportados en forma de ganado en pie; y prendas de vestir confeccionadas en el extranjero a partir de petroquímicos fabricados en México.

Por otra parte, la industria nacional utiliza tecnologías de productos para aplicaciones sofisticadas en países desarrollados, que no necesariamente satisfacen necesidades básicas de la población mexicana.

Algunos intentos para incorporar los productos petroquímicos a los bienes de consumo popular han visto disminuido su éxito por carencia de diseño industrial adecuado y de políticas de apoyo, tanto a las actividades tecnológicas como a las de fomento industrial, en las que el poder de compra del Estado y su capacidad de canalizar y comercializar productos populares jueguen un papel más activo.

Entorno significativo

Los plásticos y elastómeros tienen características de fabricación y propiedades que les permiten competir ventajosamente con respecto a otros materiales, tanto en costo como en calidad, sobre todo en combinación con productos naturales.

Se ha generalizado el uso de empaques en alimentos y medicamentos con el objeto de abatir el costo del producto, mejorar su vida en anaquel y facilitar su manejo; sin embargo, en la mayoría de los casos dichos empaques no son necesariamente los más adecuados.

Las técnicas agrícolas para el aprovechamiento de suelos y fertilizantes se han visto mejoradas en otros países con el uso de películas plásticas, lográndose el aprovechamiento de las zonas áridas con bajos consumos de agua de riego. Su adaptación al medio mexicano resulta por demás conveniente.

La satisfacción de necesidades básicas de la mayoría de la población genera mercados latentes en los que se requiere de productos adecuados en calidad y en costo que permitan corregir patrones de consumo imitativo de sociedades con economías más desarrolladas, y a la vez elevar el poder adquisitivo del salario.

Además de las consideraciones en los aspectos generales ya mencionados, se requiere:

- Establecer programas de apoyo a la fabricación de productos básicos en los que se aproveche el poder de compra y distribución del Estado en favor del consumidor final.
- Promover la integración de las empresas agroindustriales para el aprovechamiento de subproductos con aplicaciones de consumo popular de tipo duradero.
- Fomentar la participación de técnicos de distintas disciplinas (arquitectos, diseñadores, ingenieros, químicos, etcétera) en proyectos de investigación aplicada, relacionada con bienes de consumo popular.
- Reforzar los mecanismos de difusión y comercialización de las tecnologías disponibles en este renglón, con la participación del Estado en el proceso, asegurando la remuneración adecuada al investigador. Para esto hace falta establecer los lineamientos legislativos que protejan al investigador sobre la propiedad de su tecnología.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico para

1. Mejora de formulaciones de plásticos en usos agrícolas como películas y tubería.
2. Sistemas estructurales a base de materiales compuestos.
3. Productos alternativos para uso de empaques y embalajes, incluyendo materiales compuestos.
4. Aplicaciones de plásticos en calzado de bajo costo, tales como pieles y suelas sintéticas.
5. Tecnología de materiales compuestos a base de subproductos agrícolas y polímeros.

6.8.5 Desarrollar tecnologías de producto para la fabricación de materias primas de importación empleadas comúnmente como aditivos

Objetivos

- Contar con la producción nacional de estas materias primas.
- Establecer las bases para una industria más integrada en esta rama.

Justificación

Contar con la producción nacional de estas sustancias permitirá tener una mayor integración de la cadena productiva, lo que se reflejará en un mejoramiento de la balanza de divisas, debido a que se podrán sustituir importaciones y además mejorar la posición competitiva de las empresas al poder adquirir sus materias primas a costos estables y calidad adecuada. A largo plazo, la creación de esta infraestructura hará posible el constante desarrollo de tecnologías para mantener la competitividad interna de la industria en primera instancia y posteriormente penetrar en el mercado internacional.

Diagnóstico

Su bajo volumen de fabricación no los hace económicamente atractivos, a menos que se produzcan en plantas multipropósito. Dado que los consumos son bajos y la mayoría de las empresas que lo elaboran son pequeñas, éstas no están dispuestas o no les es posible invertir continuamente en el desarrollo de tecnología necesaria para mantenerse competitivamente en el mercado con los productos de importación, ya sea porque no cumplen con las especificaciones necesarias o por la aparición de nuevos productos más eficaces; esto ha llevado en algunos casos a que los consumidores prefieran importar que emplear productos nacionales.

Entorno significativo

Para este tipo de productos el riesgo de obsolescencia es alto debido a que continuamente aparecen en el mercado innovaciones. Sin embargo, la relación entre su costo y valor favorece la inversión en este campo y hace atractiva su fabricación local.

Aunque en el país existe infraestructura analítica suficiente para su caracterización, en su mayor parte se dedica a la investigación científica y muy poco a la investigación aplicada y al desarrollo del producto.

Más que la estructura química de los aditivos, es importante la función que desempeñan estos productos como parte de una formulación, lo que permite emplear sucedáneos facilitándose el desarrollo de los mismos; estos productos se emplean en pequeña escala y pueden ser fácilmente reproducibles en plantas multipropósito. Debido a estas dos últimas características resultan ser rápidamente duplicables, para posteriormente mejorar sus características.

Es necesario aprovechar la infraestructura tanto humana como de equipo existente en los centros de investigación, buscando la participación de los consumidores, los centros de investigación y el posible proveedor en la inversión para desarrollar tecnología.

Además, se deben impulsar las siguientes acciones:

- Realizar inventarios de recursos, motivar a los investigadores y crear centros de excelencia para los desarrollos de dichas tecnologías.
- Establecer mecanismos ágiles que induzcan la relación entre los fabricantes finales con los investigadores para hacerlos participar en la adaptación de nuevos aditivos de acuerdo con sus necesidades de aplicación.
- Propiciar el acceso fácil y rápido de la empresa pequeña a los centros de investigación para ser apoyada en sus requerimientos analíticos o para duplicar fórmulas.
- Fomentar la creación de departamentos de servicio técnico en centros de investigación que cuenten con personal encargado de la comercialización de sus servicios técnicos y desarrollos tecnológicos.
- Aumentar el apoyo del Estado, a los productos que inviertan en el desarrollo de tecnología, con financiamiento preferencial de riesgo y adecuando la política de aranceles.
- Buscar la complementación de las líneas de productos de empresas con instalaciones versátiles o con procesos similares, para lograr la diversificación de los productos o sus posibilidades de maquila.
- Estimular la microproducción en centros de investigación, los cuales con sus recursos pueden llegar, inclusive, a desarrollar tecnologías ligadas con las necesidades del medio rural.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico para

Realizar actividades de caracterización, síntesis y formulación encaminadas a la determinación de propiedades, composición, comportamiento y producción de sustancias no disponibles, necesarias para la formulación, así como los estudios necesarios para su aplicación, especialmente para las siguientes sustancias: plastificantes especiales, particularmente los poliméricos, retardadores de flama, antioxidantes, estabilizadores, tensoactivos y auxiliares para minería, bactericidas, acabados textiles y colorantes.

6.8.6 Desarrollar tecnologías de proceso para la fabricación de catalizadores y reguladores de reacción

Objetivos

- Contar con la capacidad tecnológica para apoyar la utilización óptima, la regeneración y la fabricación de catalizadores heterogéneos utilizados por la industria petroquímica básica e intermedia.
- Contar con la capacidad para la formulación y síntesis de catalizadores e iniciadores homogéneos que apoyen su fabricación nacional.

Justificación

La carencia en el país de una industria que elabore los catalizadores usados en la industria petroquímica coloca a ésta en una situación de dependencia con un riesgo muy alto, ya que la falta de dichos insumos

podría provocar su paralización. Por lo tanto, la justificación de cualquier proyecto de investigación y desarrollo en este aspecto radica en el carácter estratégico que tiene para el país la continua operación de su planta industrial.

En el caso de catalizadores para procesos petroquímicos secundarios que no son necesariamente de carácter estratégico, su justificación radica en el cúmulo y nivel de conocimientos que conlleva su desarrollo y que son aplicables al mejoramiento tanto de la operación del proceso en sí como al mejoramiento del producto o de su variedad, a pesar de que el efecto favorable en la balanza de divisas por concepto de sustitución de importaciones no necesariamente sea apreciable.

Diagnóstico

La industria petroquímica nacional ha dependido de la importación de catalizadores por distintos motivos. Uno de los principales es su acelerado crecimiento, el cual ha ido incorporando constantemente nuevos y mejores procesos, que involucran a su vez nuevos y mejores catalizadores. Esto ha impedido que se consolide un mercado estable y de magnitud suficiente para justificar las inversiones y desarrollos tecnológicos que en este campo se requieren.

Asimismo, se ha tenido que avanzar paulatinamente en el conocimiento más amplio y profundo de los procesos para poder alcanzar un grado de asimilación mayor que sirva como base para cualquier desarrollo futuro en el área de estos productos tan específicos y complejos.

El tamaño y capacidad alcanzado por la industria nacional permiten en estos momentos dedicar mayores esfuerzos a las actividades de investigación en catalizadores, para que en el mediano plazo se fortalezca la posición estratégica del país.

Aunque existe una gran diversidad de catalizadores, de acuerdo a la naturaleza y estructura químicas se pueden clasificar, en términos generales, en tres grandes grupos: metálicos, órgano-metálicos y orgánicos. Cada uno de estos grupos tiene distintos requerimientos de desarrollo tecnológico, como es el caso de los metálicos en que su importancia radica en la química de superficie y tecnología de materiales para el diseño e impregnación de los soportes adecuados, mientras que en los órgano-metálicos y orgánicos lo esencial es la ruta de síntesis para obtener la estructura molecular necesaria para su mayor actividad catalítica o reactiva.

En el caso de los metálicos, normalmente la demanda no es continua sino periódica ya que el mayor volumen está asociado con el arranque de las plantas o la necesidad de cambio de catalizador por agotamiento del mismo. Esto hace que el atractivo de la manufactura de estos productos radique no sólo en su alto valor agregado sino también en la posibilidad de manejar una línea amplia de productos que siendo elaborados en una planta multipropósito permitan atenuar las fluctuaciones del mercado.

Entorno significativo

Para su desarrollo se requiere personal y equipo especializado en dis-

tintas disciplinas, desde la síntesis de compuestos orgánicos hasta la química de superficies y la tecnología de materiales.

Por otra parte, siendo productos de alto valor agregado y demanda variable, se requiere de esquemas especializados de fabricación en plantas multipropósito, así como del desarrollo de una capacidad técnica local para asimilar y fomentar tecnología de proceso en petroquímica básica e intermedia y de un esfuerzo paralelo en el ramo de estos productos.

En términos generales, el entorno resulta favorable para la consecución de este objeto focal; sin embargo, se debe poner atención en los siguientes aspectos:

- Se requiere un gran esfuerzo en cuanto a formación de recursos humanos.
- Es necesario considerar esquemas para el desarrollo de estos productos que partan de la homologación de los existentes y paulatinamente se incorporen las innovaciones resultantes de un mayor conocimiento y capacidad de investigación.
- Es importante aprovechar el poder de compra del Estado para apoyar compromisos de compra-venta de grupos de catalizadores a largo plazo, para incrementar el atractivo de la manufactura de los mismos.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Análisis y caracterización de catalizadores de procedencia extranjera empleados en la industria petroquímica nacional.
2. Manufactura de catalizadores de características similares.
3. Catalizadores sucedáneos para los procesos en operación, así como para nuevos procesos.
4. Catalizadores de frontera para procesos ya existentes o que deben implementarse para la consecución de nuevas líneas de proceso.
5. Búsqueda de materias primas nacionales, tanto para catalizadores metálicos como para soportes catalíticos.

6.8.7 Investigar selectivamente las tecnologías de proceso para la fabricación de productos petroquímicos básicos e intermedios a partir de gas de síntesis y eventualmente a partir de gas natural

Objetivo

- Estar en posición de seleccionar, adaptar, asimilar y desarrollar paquetes tecnológicos para producir petroquímicos como etileno, etilenglicol, acetato de vinilo, ácido y anhídrido acéticos y aromáticos a partir de gas de síntesis y eventualmente a partir de gas natural.

Justificación

El país cuenta con grandes reservas de gas natural y la tecnología para su conversión a gas de síntesis ya ha sido asimilada por diversas empresas y centros de investigación nacionales. Asimismo, se cuenta con la infraestructura física y humana para llevar a cabo tales investigaciones, lo cual reforzaría la posición competitiva nacional al contar con una materia prima abundante y con procesos de menor costo.

Como consecuencia, la industria nacional complementaría su estructura de producción de petroquímicos básicos e intermedios volviéndola más flexible y versátil, y avanzaría en el contexto internacional hacia la frontera tecnológica.

Además se obtendría un efecto benéfico en costo para las siguientes etapas de transformación, que permitiría mejorar su competitividad en el mercado internacional al nivel de productos con mayor valor agregado.

Diagnóstico

La producción de líquidos a partir del gas depende de las cantidades que se obtengan de éste al extraerse asociado con el petróleo crudo, por lo que contar con una fuente alternativa y abundante de materias primas precursoras de otros petroquímicos resulta por demás conveniente.

El gran esfuerzo de investigación y desarrollo en los últimos años, a nivel mundial, se ha centrado en el aprovechamiento del carbón como materia prima alternativa al petróleo, tanto para uso energético como para uso petroquímico, lo cual ha dado lugar al desarrollo de nuevos procesos de este tipo a partir de gas de síntesis.

En el momento en que la economía de los procesos de gasificación de carbón sea competitiva con los precios de los derivados del petróleo en Europa, Japón y los Estados Unidos de América, se acelerará la sustitución de este último como fuente de materia prima, abriendo la posibilidad a que los petroquímicos derivados del carbón desplacen a los convencionales.

Por tanto, resulta de importancia estratégica el que México avance en una dirección similar, particularmente si se considera que las inversiones requeridas en las etapas de gasificación son mucho menores partiendo de gas natural o residuos pesados del crudo que del carbón, incluso considerando la posibilidad de rutas directas desde el gas natural.

Entorno significativo

México estructuró su industria petroquímica partiendo de la recuperación de líquidos del gas por la ruta de las olefinas y de la reformación catalítica de las naftas provenientes del petróleo crudo para los aromáticos. Solamente en el caso del amoniaco y del metanol se transforma el gas metano en productos petroquímicos.

En el extranjero se están realizando enormes esfuerzos para desarrollar tecnologías para la fabricación de productos petroquímicos básicos e intermedios a partir de gas de síntesis, e incluso algunas ya se han comercializado, lo cual indica su viabilidad técnica y la posible factibilidad económica. Esto abre una puerta a México para que se adquieran selectiva y desagregadamente y luego se adapten y asimilen en el país.

En la mayoría de los casos el entorno es favorable al objeto focal analizado. Solamente se requerirá adecuar la legislación o modificar su interpretación para que se flexibilice la adopción de estas tecnologías por la industria nacional ya establecida, y reforzar la especialización de los recursos humanos necesarios.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Análisis tecnológico de los procesos existentes a nivel internacional, incluyendo el correspondiente a su potencial de adaptación a las condiciones nacionales, y su posible adquisición y asimilación.
2. Cinética y catálisis de reacciones heterogéneas para la identificación y selección de catalizadores.
3. Síntesis de otros productos a partir de gas de síntesis, con sus correspondientes evaluaciones a nivel piloto, según resulte del análisis tecnológico antes mencionado.
4. Ingeniería básica necesaria, una vez definidas las bases de diseño para una planta específica.
5. Metalurgia y corrosión para el desarrollo de materiales de construcción especiales requeridos en el diseño de los equipos de proceso.

6.9 Desarrollo tecnológico de la industria metalmecánica

6.9.1 Desarrollo de la capacidad tecnológica en diseño

Objetivos

- Fomentar el crecimiento de grupos establecidos y crear otros nuevos especializados en diseño, comprendiendo esta especialidad desde la ingeniería de plantas hasta el diseño de herramientas, dispositivos, calibradores, productos y componentes.
- Estimular el crecimiento de grupos establecidos y crear otros nuevos con capacidad de cómputo y personal técnico para el desarrollo de técnicas de CAD/CAM.
- Desarrollar el diseño de equipos para fabricación nacional.

Justificación

Los problemas de diseño requieren para su solución más y mejores grupos en la materia; los recursos deben optimizarse.

El sistema CAD aumenta la capacidad de trabajo y hace independiente el desarrollo tecnológico de las personas, es decir, se reducen las personas indispensables, facilita la capacitación de nuevos diseñadores y permite un avance sostenido en la técnica.

México es un importador de bienes de capital sin diseño propio.

Diagnóstico

Existe una seria limitación en la capacidad de las empresas manufactureras metalmecánicas de bienes de capital para diseñar productos, procesos, instalaciones y herramientas.

Es un hecho innegable que el diseño se ha relegado en importancia tanto en las universidades como en las industrias. Este fenómeno se explica por la facilidad que hay para importar de otros países que tienen diseños garantizados tras largos años de evolución.

Entorno significativo

Una de las influencias más significativas son las empresas del sector público, principales usuarias de bienes de capital. La planeación y programación de adquisiciones favorecerá el desarrollo tecnológico del diseño de maquinaria.

Un factor importante es el conocimiento de la capacidad nacional

instalada para desarrollar diferentes procesos de manufactura, pues los diseños están restringidos a los equipos e insumos disponibles. Es importante, asimismo, la aceptación de grupos de diseño nacionales por parte de las empresas del sector público, así como la expresa disposición de su utilización permanente.

Para esto será necesario:

- Regular la integración a corto plazo de equipos que se fabrican con tecnología extranjera y obligar la no renovación reiterativa de convenios por el uso de tecnologías extranjeras.
- Restringir la compra de paquetes llave en mano.
- Reglamentar la planificación de adquisiciones en el sector paraestatal. Fomentar la utilización de ingeniería nacional en el diseño de nuevos proyectos de inversión del sector público.
- Implementar campañas de difusión de conocimiento tecnológico sobre diseño y las alternativas que éste ofrece para el país.

Líneas de acción

1. Elaborar un diagnóstico de la capacidad de diseño de plantas (ingeniería básica), equipos y herramientas, así como de la capacidad de CAD/CAM disponible.
2. Definir las principales prioridades de diseño (turbinas, equipos mineros) y patrocinar programas de desarrollo de personal y de diseño en grupos existentes.
3. Patrocinar la integración de grupos de diseño por computadora en las áreas que se juzguen prioritarias.
4. Establecer convenios de trabajo en diseño de equipos e instalaciones con las principales empresas paraestatales.
5. Fijar un programa de apoyo de organismos internacionales al desarrollo de la actividad de diseño en México (BID, UNIDO).

6.9.2 Normalización y homologación

Objetivo

- Elaborar 25 perfiles con recomendaciones sobre cada sector de la industria metalmecánica. El perfil deberá indicar no sólo los aspectos relacionados con la formulación y actualización de las normas oficiales mexicanas, sino principalmente a cinco grupos: fabricantes, usuarios, autoridad, laboratorios de prueba y centros de investigación y desarrollo, indicando los estímulos que cada uno recibirá. Como objetivo global se buscará alcanzar una correlación del PIB y el número de normas por cien mil habitantes, similar a la de los países industrializados, a mediano y largo plazos.

Justificación

El impacto de un desarrollo más dinámico de la actividad de normalización en la industria metalmecánica será el de lograr una producción

de calidad y de cantidad, aumentando la productividad del sector, mejorando el precio de venta y permitiendo el acceso al mercado internacional.

Diagnóstico

Se requiere conocer los elementos que impactan la actividad de normalización como factor de desarrollo tecnológico en la industria metalmecánica e identificar los mecanismos para incrementarla, pues ésta cuenta con aproximadamente mil normas, cifra insuficiente para los miles de productos y componentes metalmecánicos.

Entorno significativo

Es importante asegurar la participación de la DGN, SECOFIN y CONCAMIN. Adicionalmente, las actividades de homologación deben enmarcarse, principalmente pero no necesariamente, en el proceso de sustitución de importaciones y del desarrollo de nuevos productos. La actitud inflexible de los vendedores de la tecnología puede constituir un obstáculo a las actividades de homología y normalización.

Es importante también identificar planes y acciones de la DGN y las actividades de la CONCAMIN al respecto y que en los programas de desarrollo y fabricación de nuevos productos en el país se contemplen actividades de homologación.

Por su parte los contratos de transferencia de tecnología deberán tomar en cuenta la infraestructura de insumos existentes en el país, sin perjudicar los intereses de los usuarios.

Líneas de acción

Proyectos con duración de seis meses y coordinados por una sola organización, en la que participen la DGN, CONCAMIN y expertos adicionales.

6.9.3 Control y garantía de calidad

Objetivos

- Instalar programas de garantía de calidad en la industria metalúrgica y metalmecánica.
- Fomentar la calidad en sectores estratégicos para la producción nacional y las exportaciones para el mercado internacional.

Justificación

La instalación de programas y sistemas de garantía y control de calidad es condición para que exista la posibilidad de que el país logre autodeterminación científica y tecnológica.

En buena medida los problemas económicos del país se solucionarán si mediante este objeto focal se logra que la producción nacional, tanto de los productos metálicos básicos como la de partes y componentes,

y los productos terminados sean de la calidad señalada por las normas y tengan competitividad. En gran parte, la falta de calidad es causante de la falta de aquélla.

Los productos medianamente especializados de la industria siderúrgica y de la industria metalmecánica no llenan las especificaciones de las normas.

Los principales efectos de la calidad defectuosa son el desperdicio, la dependencia del extranjero y la incosteabilidad, ya que tanto el exceso de desperdicio como las importaciones inciden en los costos.

Por lo tanto, es de suma importancia lograr que efectivamente la producción nacional tenga la calidad requerida; esto sólo se logrará con garantía y control de calidad. La instalación de programas de garantía de calidad tiene, además, efectos importantes en la acumulación y en el desarrollo de tecnología especializadas, por ejemplo, la fabricación de componentes para centrales nucleoelectricas.

El desarrollo de la industria de bienes de capital exige una profunda interacción con el mercado internacional. Es necesario, por consiguiente, que los productos mexicanos tengan la calidad requerida por el mercado de exportación.

Diagnóstico

El nivel de calidad de los productos básicos es deficiente, no se cuenta con programas de garantía de calidad más que en un reducido número de empresas manufactureras de equipos, tales como tubería, pailería y válvulas.

Es insuficiente la información sobre garantía de calidad y sobre costos de calidad para formar conciencia de este objeto focal.

Entorno significativo

La producción nacional ha relegado el concepto de calidad a un segundo término en la industria siderúrgica y metalmecánica. La infraestructura de normalización es insuficiente sobre todo en la industria fabricante de partes y componentes y de ensamble; igual comportamiento presenta la divulgación de los temas relacionados con la calidad y sus costos; además, hay un déficit nacional de recursos humanos capacitados para la instalación de programas de garantía de calidad y sistemas de control de calidad, por lo cual será necesario:

- Divulgar y establecer el uso de las normas, y desarrollar las que hagan falta.
- Establecer compromisos concretos con las empresas paraestatales para que mejoren la calidad de sus productos, sobre todo en los ramos siderúrgico y metalmecánico y que fomenten el desarrollo de programas de garantía de calidad en sus proveedores.
- Impulsar la capacitación y el desarrollo tecnológico en el área de ensayos no destructivos.
- Establecer grupos de certificación de inspectores en las especialidades requeridas por la industria nacional.

Líneas de acción

1. Fomentar programas de investigación y desarrollo para adecuar las tecnologías de garantía y control de calidad al ámbito preciso de la industria nacional.
2. Formar grupos de trabajo que establezcan las metodologías de garantía de calidad para la industria metálica básica y los sectores prioritarios de la industria metalmecánica.

6.9.4 Tecnología metalúrgica y de manufactura

Objetivos

- Aplicar técnicas modernas de metalurgia y manufactura para el desarrollo de la industria metalúrgica básica, de fabricación de partes y componentes y de ensamble de equipo y maquinaria.
- Aumentar la capacidad de entrenamiento de personal técnico en planta.
- Incrementar la eficiencia y productividad de las instalaciones existentes principalmente en la industria metálica básica y de metalurgia de transformación, mediante la aplicación de procesos modernos de producción conocidos en otras partes del mundo.
- Fomentar la creación de grupos de especialistas en los principales procesos metalúrgicos y de manufactura, con el objetivo de aumentar la capacidad para transferir procesos a la industria. Estos grupos deberán incorporar conocimientos en:

Procesos de uso actual en la industria nacional.

Procesos de uso internacional, pero que son convencionales.

Innovación de procesos avanzados.

Fortalecimiento de la infraestructura humana y material en los diferentes grupos de investigación y enseñanza en el área metalúrgica y de manufactura.

Justificación

La tecnología metalúrgica y de los procesos de manufactura, desde la obtención de metal primario, refinación, fundición, forja, maquinado y otros procesos de manufactura hasta el acabado de partes, es la base para el desarrollo de una industria metalmecánica, ya sea ésta de partes, componentes o de productos terminados. La eficiencia, capacidad y calidad y sus posibilidades de ser fuerte y competitiva dentro y fuera del país queda, en muchos casos, supeditada al nivel de conocimientos metalúrgicos existentes en esta industria.

El desarrollo de la tecnología metalúrgica y de manufactura ha estado rezagado en México, lo que se ha manifestado en baja calidad y eficiencia de operación y poca competitividad.

Diagnóstico

La industria metalúrgica básica de fabricación de partes y componen-

tes y de ensamble de maquinaria y equipo muestra los siguientes problemas comunes: falta de personal técnico especializado en los diferentes procesos, en particular a nivel técnico medio, poco conocimiento técnico de los procesos, uso deficiente de las instalaciones existentes, falta de conocimiento técnico para utilizar materiales y productos alternativos a los usuales, capacidad limitada para fabricar piezas en materiales, especificaciones o dimensiones especiales y poca capacidad de diseño de dados y matrickería.

Entorno significativo

No hay una oferta importante de tecnología industrial. Sin embargo, existe un número razonable de recursos humanos especializados en las diferentes áreas de la industria metalmeccánica que no han sido utilizados eficientemente.

Las políticas y mecanismos de fomento al desarrollo tecnológico en los centros de investigación y desarrollo han sido poco efectivos.

Líneas de acción

1. Elaborar diagnósticos sectoriales que definan en conjunto con industriales los procesos que requieran mayor atención.
2. Fomentar el desarrollo de grupos de asistencia técnica especializados en tecnologías de aplicación en la industria metalúrgica y metalmeccánica. Especialmente se sugieren las siguientes áreas: fundición, soldadura, procesos de ensamble, maquinado y tratamiento térmico.
3. Revisar e implantar nuevamente políticas de desarrollo tecnológico, estimulando la aceptación por parte del usuario de servicios y tecnologías nacionales.

6.9.5 Asimilación de tecnología

Objetivos

- Inducir a las empresas que adquieran tecnología de la industria metalmeccánica a que asimilen la tecnología comprada durante la vida del contrato.
- Lograr que todo nuevo contrato registrado y toda renovación conlleve un programa de asimilación.

Justificación

Un programa de asimilación puede constituir una plataforma para el proceso de desarrollo tecnológico en las empresas.

Diagnóstico

En general, no existen programas formales de asimilación en las empresas; hay desconocimiento general de lo que es un programa de asimilación, lo que contribuye a la excesiva dependencia tecnológica del exte-

rior y a una selección inadecuada de la tecnología comprada.

Entorno significativo

Paralelamente a acciones dirigidas a fomentar y asegurar el desarrollo tecnológico de este sector industrial, se debe reforzar la importancia que para las empresas representa el acceso total a los insumos tecnológicos comprados.

Líneas de acción

1. Metodologías del proceso de asimilación en la industria metalmeccánica.
2. Difundir cursos y seminarios sobre asimilación de tecnología.
3. Apoyar a la infraestructura en los programas concretos.
4. Divulgar las experiencias exitosas.
5. Asegurar que las principales empresas del sector metalmeccánico sean visitadas para motivarlas a establecer programas de asimilación.
6. Asegurar que el RNTT vigile los programas de asimilación aprobados.

6.9.6 Formación y capacitación de recursos humanos

Objetivos

- Mejorar la disponibilidad y calidad de los recursos humanos requeridos para garantizar el desarrollo de la industria metálica básica y metalmeccánica.
- Incrementar el número anual de grados de maestría y doctorado, otorgados en las ingenierías mecánica, metalúrgica, eléctrica y electrónica.
- Optimizar la calidad de la enseñanza de la ingeniería enfatizando el trabajo independiente y la creatividad, para lo cual será necesario en muchos casos reducir el número de horas de clase de formato tradicional.
- Ampliar las oportunidades de participación en trabajos significativos como diseño innovativo y desarrollo de nuevos productos y procesos, de ingenieros que actualmente realizan actividades subprofesionales en empresas paraestatales.
- Aumentar los esfuerzos de capacitación industrial a niveles obrero especializado, técnico medio y profesional bajo una mejor planeación, diversificación de los mecanismos existentes y aprovechamiento eficiente de los recursos preparados.

Justificación

El desarrollo y competitividad de la industria metálica básica y metalmeccánica requieren, cada vez más, de recursos humanos con la infraestructura mental y la preparación necesaria para asimilar, operar y desarrollar tecnología. Si se espera crear una industria de bienes de capital

competitiva a nivel internacional, será indispensable dotar al elemento humano con una formación y capacitación equivalentes a la de los países desarrollados. La industria mexicana requiere:

- Involucrar personal de alto nivel profesional para el desarrollo de tecnologías de vanguardia, de diseño y de asesoramiento especializado en problemas técnicos.
- Formar ingenieros y técnicos con mayor creatividad.
- Utilizar en forma eficiente los recursos humanos que se encuentren desempleados y subempleados.
- Operar las instalaciones actuales y futuras en un marco de eficiencia y calidad óptimas.

Diagnóstico

Se estima que un alto porcentaje de los ingenieros del país (hay en total unos 200 mil, con un incremento anual de 20 mil) realizan trabajo subprofesional. Por un lado, no se fomenta el desarrollo de los ingenieros y, por ende, de los técnicos especializados y medios. Por el otro lado, la industria opera ineficientemente en buena parte porque sus recursos humanos no están capacitados para atender, adaptar y mejorar las tecnologías.

En México tradicionalmente se ha importado la tecnología necesaria para el desarrollo del país, lo cual obedece a soluciones expeditas de corto plazo; sin embargo, no se fomentan los beneficios obtenibles a largo plazo por medio de la investigación e ingeniería innovatoria. La capacidad creadora de los ingenieros es una riqueza que ya no debe menospreciarse. El factor más descuidado en la formación y capacitación de los recursos humanos en el área metalmecánica es, justamente, la falta de práctica de la ingeniería aplicada a problemas trascendentales. Por otro lado, muy pocos ingenieros (menos del 5 por ciento) optan por hacer estudios de posgrado, en buena parte por falta de oportunidades de desarrollo y reconocimiento en la industria.

Entorno significativo

Se presentan obstáculos del entorno para el logro de los objetivos antes señalados como son: falta de vinculación efectiva entre la industria, las instituciones educativas y las dependencias gubernamentales que utilizan tecnología; carencia de fondos en las instituciones educativas para la realización de trabajos de investigación y desarrollo de tecnología en los que se involucren los estudiantes; pobreza de fuentes de información técnica especializada en las instituciones educativas, centros de investigación e industrias y falta de mecanismos expeditos para la importación del equipo y materiales estratégicos necesarios para la investigación de vanguardia, para lo cual será prioritario:

- Establecer un programa de apoyo financiero para que parte del equipo que ahora importan las dependencias gubernamentales, tales como PEMEX y CFE, se diseñe y desarrolle en universidades y centros

de investigación, con participación estudiantil.

- Estimular económicamente a empresas para buscar la colaboración de las instituciones educativas en la solución de sus problemas.
- Apoyar financieramente la expansión de los acervos en bibliotecas.
- Reducir las tarifas postales para envío de libros y otros materiales.

Líneas de acción

1. Organizar grupos de diseño e ingeniería experimental y teórica en universidades e institutos tecnológicos para la solución de problemas prácticos relevantes a las necesidades de las empresas, así como a programas ambiciosos de vanguardia con otros países con participación estudiantil lo más amplia posible. Parte de la infraestructura ya existe en muchas instituciones.
2. Crear centros regionales de estudios de posgrado y educación continua.
3. Impulsar proyectos de alto contenido innovativo en empresas paraestatales del área metalmecánica con el doble propósito de capacitación y mejoría de sus operaciones.
4. Adoptar por parte de instituciones educativas, programas escuela-industria, mediante los cuales parte de los créditos para la licenciatura provengan de esta actividad.
5. Fomentar el apoyo de las universidades y centros de investigación a las tareas de capacitación industrial, extendiendo los programas de educación continua y cursos especializados.
6. Proporcionar apoyo financiero para la realización de congresos y conferencias donde se difundan trabajos técnicos importantes, estimulando en todo lo posible la participación estudiantil.
7. Establecer premios a estudiantes, profesores e investigadores por labores meritorias en el ramo.

6.9.7 Utilización de insumos nacionales

Objetivos

- Aumentar la utilización de materiales e insumos nacionales dentro de un marco de eficiencia y calidad. En este aspecto el término insumos se utiliza en el sentido más amplio, refiriéndose no sólo a materias primas y energéticos sino también a partes y componentes manufacturados.
- Racionalizar el consumo de energía en la industria siderúrgica y metálica básica a niveles comparables o superiores al promedio internacional.
- Bajar las importaciones de materias primas metálicas (chatarra y arrabio) en la industria de la fundición y siderúrgica semi-integrada a un nivel no mayor del 20 por ciento de su consumo total.
- Reducir la dependencia del exterior en aleantes y aditivos estratégicos para la industria metálica básica y de transformación.
- Disminuir las importaciones de aluminio sin detener el avance tecnológico de la industria consumidora.

- Substituir las importaciones de refacciones y partes para ensamble de vehículos, maquinaria y equipo al nivel máximo permitido por la capacidad de producción del país.

Diagnóstico

Existen graves deficiencias en las cadenas de producción de las industrias metálica básica y metalmecánica. Los problemas más graves se presentan en el sector de fabricación de partes y componentes que carecen de materiales, tecnología y capacidad suficientes para hacer frente a las demandas de la industria de ensamble de maquinaria y equipo. Las estadísticas del Banco de México revelan que las industrias siderúrgica, minero-metalúrgica, de productos metálicos y de maquinaria y equipo fueron responsables del 62 por ciento de las importaciones en 1982 y del 64 por ciento en 1981. La falta de un desarrollo tecnológico adecuado se traduce en que la industria de ensamble esté detenida en muchos casos por falta de partes, y las industrias manufactureras no puedan satisfacer esa demanda por falta de materiales y tecnología.

Se estima que la industria siderúrgica nacional consume entre 20 y 50 por ciento más de energía por tonelada de metal que los países industrializados, lo cual tiene un efecto negativo en su productividad y economía de operación. La capacidad nacional de generación de chatarra y arrabio no ha crecido al ritmo de las necesidades de la industria, debido a que la siderurgia integrada ha reducido su producción de arrabio para fundición y ha aumentado su consumo de chatarra interna, con resultados negativos para la eficiencia de los procesos. La diversidad de estadísticas existentes hace difícil precisar la magnitud del problema, pero se estima que de la industria de la fundición y siderúrgica semi-integrada dependen el 40 y 60 por ciento de chatarra importada.

Aunque la magnitud económica de la importación no tiene la importancia de otros productos, la falta de aleantes y aditivos puede restringir severamente la producción, con el consecuente impacto sobre la industria manufacturera.

El consumo de aluminio va aparejado con el desarrollo industrial de un país. Sin embargo, México produjo solamente alrededor de 40 por ciento de su consumo aparente en los últimos cinco años, correspondiendo 27 por ciento a aluminio primario y el resto a secundario. Se estima que no se justificará la instalación de otra planta de aluminio primario antes de 1990 cuando el consumo alcanzará las 300 mil toneladas, debiendo importarse 75 por ciento de esta cifra si no se incrementa la recuperación secundaria.

Entorno significativo

Existe desconocimiento real de las reservas minerales del país, el cual frena el desarrollo de fuentes nacionales de materias primas; ausencia de mecanismos adecuados para la recolección, clasificación y recuperación eficiente de metales secundarios; falta de planeación y conocimiento de la capacidad nacional en la integración adecuada de las cadenas de producción, fomentando la diversificación, descuidando la consoli-

dación y favoreciendo la importación sobre el desarrollo de proveedores nacionales y, finalmente, existe contratación de tecnología sin las provisiones adecuadas para adaptarla a los insumos disponibles en el país y, por consiguiente, un desaprovechamiento de materias primas nacionales.

Es por ello que es necesario:

- Fomentar la exploración del territorio nacional para caracterizar en detalle las reservas minerales existentes e identificar oportunidades de desarrollo.
- Establecer políticas de fomento a la recuperación eficiente de metales secundarios.
- Utilizar la capacidad de compra del sector público para fomentar la sustitución de materias primas, partes y componentes importados, por insumos de origen nacional.
- Crear una reserva de materiales estratégicos para el desarrollo de la industria metálica básica y metalmecánica a fin de reducir los problemas de abasto en épocas de crisis.
- Destinar un porcentaje de los impuestos originados por la importación de insumos para fomentar proyectos de desarrollo tecnológico orientados a utilizar insumos nacionales en la industria metálica básica y metalmecánica.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico para

1. Impulsar el desarrollo de *auditorías de energía* en la industria metalúrgica básica para detectar los problemas energéticos particulares de cada planta y aplicar las medidas correctivas necesarias en las plantas y en las prácticas operativas.
2. Fomentar proyectos de investigación aplicada orientados a mejorar la calidad de los combustibles nacionales y adaptar los procesos para su utilización adecuada.
3. Modificar las prácticas actuales en las plantas siderúrgicas integradas para utilizar eficientemente su capacidad de reducción mineral, racionalizando el consumo de chatarra interna a fin de liberar este producto para el resto de la industria y generando arrabio para la fundición.
4. Apoyar el uso creciente de fierro-esponja como sustituto de la chatarra, aumentando la oferta y adaptando los procesos para la utilización adecuada de este material.
5. Optimizar el uso de aleantes en la producción de hierro y acero mediante un control metalúrgico efectivo y la generación de materiales sustitutos.
6. Producir arenas, aglutinantes y aditivos de la calidad requerida por la industria de la fundición, partiendo de materias primas nacionales.
7. Promover el desarrollo de materiales sustitutos para el aluminio.
8. Recircular internamente toda la chatarra de aluminio generada en el país, produciendo lingote secundario de alta calidad.
9. Adaptar las tecnologías de fabricación de partes y componentes a los materiales y procesos disponibles en el país.

10. Desarrollar tecnologías de reconstrucción para extender la vida útil de partes y componentes.

6.9.8 Desarrollo de empresas de tecnología

Objetivo

- Integrar organismos para manejar todos los aspectos técnicos de diseño, ingeniería, fabricación, montaje y arranque de equipos o de instalaciones para el sector minero, metalúrgico y metalmecánico. Las áreas de interés serán el sector metalúrgico básico y de transformación y el de fabricación en ensamble de maquinaria y equipo.

Justificación

Considerando que las importaciones de bienes de capital, de calderería pesada y equipo metalmecánico llegarán, según estimaciones de NAFINSA, a 353 mil millones de pesos en 1990, una *empresa de tecnología* trabajando en este sector que cubra las actividades de diseño, ingeniería, desarrollo de proveedores, proceso de manufactura, procuración, supervisión de fabricación, ensamble, montaje y arranque del equipo y que cubra un máximo de 5 por ciento del mercado estimado en promedio en el periodo 1984-1988, ahorrará al país 104 mil millones de pesos.

Diagnóstico

Aunque existan ya esfuerzos preliminares en el Estado y en el sector privado, el concepto general de *empresa de tecnología* descrito en el enunciado aún no se da en México.

Entorno significativo

Para el éxito de este objeto focal se requiere:

- Fijar una política estatal de integración de tecnología en el sector metalúrgico básico y de transformación y de bienes de capital.
- Establecer directrices de compra nacional y programar a mediano plazo las del sector público.
- Apoyar financiera y políticamente a la *empresa de tecnología*.
- Crear incentivos fiscales para el desarrollo de esta tecnología y para la compra nacional de equipo y tecnología.
- Definir en conjunto por SPP, SEMIP y los principales OD o EPM, una política de incorporación integral de tecnología y fabricación de bienes de equipo, y una política de compra nacional.
- Concretar con SEMIP y los principales OD y EPM un programa de compra detallado de equipo, proyectos e instalaciones para el periodo 1984-1988.

Líneas de acción

1. Analizar la demanda de proyectos integrales de organismos y em-

presas públicas y privadas.

2. Apoyar esfuerzos o crear *empresas de tecnología* nuevas.
3. Patrocinar financieramente el desarrollo de mayor capacidad tecnológica en: diseño de equipo por computadora, manejo y administración de proyectos, diseño de procesos de manufactura, ingeniería de producción y montaje y arranque de plantas.

6.9.9 Desarrollo de la capacidad tecnológica en sistemas de automatización

Objetivos

- Formar grupos de diseño en ramas multidisciplinarias para abordar los problemas de automatización.
- Desarrollar sensores e instrumentos de medición, dimensionales, de posición, de propiedades físicas, de presión, de flujo, de temperatura, de fuerza deformación, de momento, de movimiento, de vibraciones y de radiación térmica y nuclear.
- Integrar elementos primarios de automatización con circuitos hidráulicos y neumáticos.
- Aplicar controles NC en máquinas herramienta, desarrollo de servomotores, motores de paso y unidades de control electrónicas para estos motores.
- Establecer dispositivos de manipulación programada para su aplicación en los procesos industriales.

Justificación

La integración de grupos de diseño en automatización es esencial para la formación a mediano plazo de un acervo de elementos para sistemas automáticos.

Los sensores e instrumentos de medición son los elementos primarios que integran un sistema automático. Se puede tener un sistema de medición con accionamiento humano para terminar un ciclo, pero es imposible realizar una función de control sin la detección o la medición.

Los elementos primarios para circuitos hidráulicos son de fundamental importancia para el desarrollo de bienes de capital, lo mismo sucede para los circuitos neumáticos. Actualmente, existe demanda de estos elementos en la industria.

La aplicación de controles NC a máquinas de manufactura y de proceso es una tendencia mundial de vanguardia en la automatización. Se deben iniciar en México proyectos de aplicación industrial que cubran este renglón, con el propósito de procurar un seguimiento tecnológico lo menos atrasado posible. El desarrollo de motores de aplicación con controles NC está al alcance tecnológico nacional, por lo que debe iniciarse el desarrollo experimental de estos elementos, programando para posteriores desarrollos las unidades electrónicas generadoras de instrucciones.

Los procesos industriales de ensamble y manufactura requieren de numerosos sistemas automáticos. De éstos, los que se encuentran en la frontera del desarrollo son los dispositivos de manipulación programada.

Diagnóstico

En México no se ha desarrollado una tecnología que sienta las bases para la generación de sistemas de automatización, sino que éstos son importados en su totalidad.

El desarrollo de esta capacidad tecnológica está ligado implícitamente al de bienes de capital. La automatización se divide, fundamentalmente, en sistemas mecánicos, hidráulicos, neumáticos, eléctricos y electrónicos o combinación de éstos. El desarrollo tecnológico de los elementos de un sistema automático se reduce al diseño de producto y su fabricación.

En México se fabrican escasos elementos fundamentales para la automatización, la mayoría con tecnología importada. No se fabrican elementos sensores ni los otros elementos necesarios. En el sector académico se le ha puesto escasa atención a este rubro.

Entorno significativo

Los sectores que presentan la demanda de sistemas automáticos son las industrias de bienes de capital, química y de procesos continuos. La mayor parte de estas industrias solucionan sus problemas de instrumentación con importaciones.

Se debe fomentar el diseño y desarrollo tecnológico de bienes de capital. La industria química y otras de procesos continuos emplearán elementos hechos en México, en la medida de su confiabilidad y buena calidad. Se recomienda generar primero una buena capacidad tecnológica en el diseño y la fabricación de estos equipos para fundamentar en ésta un mercado de oferta con calidad internacional.

En los centros superiores de educación técnica se ha dado poca atención a la formación y capacitación profesional en problemas de automatización; es deseable, entonces, la implantación de cursos o materias que enseñen al profesional la selección, empleo y el diseño de sistemas de automatización mecánica, hidráulica, neumática y electrónica. Estos cursos deben ser extensivos a los niveles técnicos en la industria.

Se deben consolidar grupos de desarrollo tecnológico que estén trabajando en la automatización o que tienen una estrecha relación con esta disciplina, o crear nuevos centros si éstos no existen.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Diagnóstico del mercado industrial de elementos de medición, comprobación y control, origen, integración nacional y fuente de tecnología. Este diagnóstico debe incluir una evaluación de la capacidad industrial instalada para la fabricación de estos elementos.
2. Convenios tripartitas entre la institución generadora de tecnología, el fabricante y el principal sector consumidor para fomentar el desarrollo de productos fabricados en el país.
3. Convenios con fabricantes para realizar adelantos con aplicaciones específicas de dispositivos de manipulación programada.

6.10 Desarrollo tecnológico de la industria de la construcción

6.10.1 Criterios, métodos y herramientas para el proyecto de construcciones en su conjunto o de sus componentes

Objetivos

- Mejorar las bases para el proyecto de distintos tipos de construcción en los aspectos arquitectónico, estructural y de servicios, instalaciones y equipamiento.
- Disponer de métodos más racionales para el proyecto de las construcciones.
- Tener bases para mejorar la normatividad relativa al proyecto de las construcciones con énfasis en la estandarización y modulación de las mismas.

Justificación

Es esencial que las construcciones para vivienda y servicios, así como las industriales y de infraestructura, se proyecten de manera más racional para un óptimo aprovechamiento de los recursos y para un logro adecuado en su funcionamiento. Intervienen en el proceso de diseño aspectos que conciernen principalmente a la arquitectura y a la ingeniería civil pero también a otras diversas disciplinas.

Los aspectos más importantes se refieren a conocer cuantitativamente los requisitos de funcionamiento que deben cumplir las diferentes construcciones y los distintos agentes que influyen en el cumplimiento de dichos requisitos. A este respecto es mucho lo que debe avanzarse para obtener las bases de una normatividad nacional, ya que en la actualidad en muchos tipos de construcciones se recurre a normas y criterios de diseño generados en otros países cuyas condiciones socioeconómicas y ambientales son radicalmente distintas.

Pueden obtenerse mejoras importantes en la predicción del comportamiento real mediante procedimientos de análisis y evaluación que supongan modelos más realistas y precisos de las construcciones, contando principalmente con el empleo de las poderosas herramientas de cómputo ahora disponibles.

La verificación experimental en modelos, en prototipos o en las construcciones mismas, proporciona también información valiosa que permite mejorar los criterios de proyecto.

Cabe enfatizar la importancia de mejorar los proyectos tanto de las construcciones en su conjunto como de algunos de sus componentes específicos.

Diagnóstico

Los criterios y procedimientos que se emplean en el proyecto de diversas construcciones tradicionales pueden considerarse satisfactorios; como ejemplos pueden mencionarse las construcciones urbanas, los caminos y las presas. No obstante, existen diversos aspectos que es necesario mejorar para reflejar los cambios en las condiciones del país y los nuevos avances tecnológicos. Por otra parte, existen campos en que los proyectos actuales tienen carencias importantes. Entre ellos cabe mencionar el de la vivienda realmente económica, tanto en lo que respecta a la autoconstrucción, como en lo que se refiere a la construcción técnica. Destacan también diversas obras industriales para las cuales con demasiada frecuencia se encarga al extranjero la totalidad o una buena parte del proyecto de la obra civil.

Existe, en general, escaso conocimiento de las condiciones ambientales y del entorno físico, así como de los hábitos socioculturales que prevalecen en diversas regiones del país y que inciden en las bases del proyecto.

La normatividad nacional con respecto a los diferentes tipos de construcción es escasa y con frecuencia obsoleta. Como ejemplo baste mencionar que en la mayoría de los estados y municipios de la república los reglamentos de construcción datan de varias décadas y no contienen especificaciones detalladas relativas al proyecto ni siquiera de las construcciones más comunes.

Entorno significativo

Los colegios y las asociaciones profesionales de arquitectura e ingeniería tienen gran interés en procurar que entre sus agremiados se generen y se difundan prácticas adecuadas y uniformes para el proyecto de las construcciones. Los organismos públicos, que son usuarios principales de las construcciones, deben promover principalmente el desarrollo de una normatividad racional que permita contar con proyectos de calidad mayor y más uniforme.

Los centros de investigación y los grupos industriales y de proyectos, públicos y privados, pueden aportar nueva información, procedimientos de proyecto y soluciones innovadoras.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Criterios para el proyecto de las diferentes construcciones con atención a los aspectos de funcionamiento, seguridad, mantenimiento y conservación.
2. Obtención de información cuantitativa sobre las condiciones naturales y socioculturales y sobre el impacto de las construcciones en el medio ambiente, dirigida al mejoramiento de los criterios de proyecto.
3. Métodos analíticos o experimentales para predecir y evaluar el comportamiento de las construcciones.
4. Manuales, instructivos y cartillas que permitan la fácil aplicación de los criterios de proyecto, dirigidos al técnico y especialista, o al autoconstructor.

5. Desarrollar criterios de normalización y estandarización del proyecto y de los componentes constructivos y las instalaciones.

6.10.2 Perfeccionamiento y/o innovación de sistemas y métodos de construcción

Objetivos

- Introducir modificaciones o innovaciones en sistemas y métodos de construcción a fin de que la participación relativa de los recursos que se utilicen abata el costo e incremente la productividad, para dar en cada caso un resultado económico y de alta calidad.
- Promover la pequeña y mediana industria regional y local de productos intermedios y productos finales, nuevos o perfeccionados, que utiliza la industria de la construcción.
- Incrementar la capacidad creadora y el avance tecnológico nacionales aplicados a la industria de la construcción.
- Favorecer el proceso de transición formativa de la mano de obra del nivel del artesano al nivel del obrero especializado.
- Orientar la actividad de la industria de la construcción hacia el empleo de procesos y productos más tecnificados de integración nacional cada vez más alta, sin reducir su potencialidad de empleo de mano de obra.

Justificación

Para que la industria de la construcción ofrezca productos intermedios o finales más baratos y de buena calidad es necesario que perfeccione los sistemas y métodos que ahora utiliza y, sobre todo, que desarrolle nuevos sistemas y métodos, en que los recursos intervengan en proporciones tales que disminuyan el costo e incrementen la productividad. Por otra parte, esta industria requiere alcanzar más altos niveles de autosuficiencia no sólo en el conjunto sino, muy especialmente, en las esferas regionales y locales en que se desenvuelve y para ello ha de aprovechar en mayor medida los recursos humanos y materiales de cada lugar.

Asimismo, para ser una auténtica industria con alto grado de eficiencia y con mayores posibilidades de dinamizar el mercado interno de bienes y servicios, debe desarrollar muchos de sus sistemas y métodos con un enfoque industrial, en fases progresivas de tecnificación. De esta manera contribuirá también a que la mano de obra que capta principalmente del sector primario, reduzca su carácter eventual y se encauce a empleos más permanentes, de mayor productividad y más redituables, en un proceso de capacitación que constituya un puente entre la habilidad del artesano y la destreza del obrero especializado.

En forma paralela, y para mantener un mejor control de calidad en sistemas y métodos, se habrán de normalizar las fases fundamentales de los mismos y certificar sus resultados.

Diagnóstico

Aun cuando la industria de la construcción se reconoce como una indus-

tria enteramente nacional, hace uso de sistemas y métodos con un grado de dependencia externa todavía muy importante y que, en algunos casos, ha tendido a crecer en los últimos años. Además, el nivel de autosuficiencia alcanzado, que podría considerarse satisfactorio cuando es visto en su conjunto, manifiesta grandes desequilibrios y tendencias concentradoras al considerarlo a nivel regional y local. Si bien la capacidad redistributiva de riqueza de esta industria es potencialmente muy grande, sus efectos reales todavía son insuficientes. A su vez, situada como está, en gran medida al servicio de la obra pública, cuyas características y programas llevan al empleo de sistemas y métodos costosos, resulta ser una industria todavía muy susceptible tanto a las fluctuaciones del mercado externo de capital, de maquinaria y de ciertos materiales, piezas y componentes importados, y de la transferencia tecnológica como a las variaciones internas del gasto público. Ello provoca ineficiencia y altos costos de esta industria, mismos que en buena medida podrían reducirse con el perfeccionamiento o la innovación de sus sistemas y métodos

Entorno significativo

Los logros alcanzados por la industria de la construcción hasta la fecha son significativos. Se cuenta con una capacidad instalada suficiente para responder a la demanda de obra que se le exige. Para mejorar, sin embargo, su posición estratégica en la actividad económica y nacional, tiene que establecer sus sistemas y sus métodos en el marco de una acción coordinada que busque el mayor beneficio y el menor costo para el país y para ella misma, acción en la que inciden los mercados interno y externo de bienes y servicios, la actividad y administración del gobierno central y de los gobiernos estatales y municipales, la iniciativa privada y la capacidad educativa y tecnológica del país.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Sistemas y métodos de construcción que hagan óptimo el empleo de los recursos materiales y humanos, particularmente los locales.
2. Sistemas y métodos de construcción parcialmente industrializables que aprovechen o promuevan la industria nacional.
3. Criterios para formular normas de calidad de sistemas y métodos de construcción.
4. Nuevos conceptos y sistemas de vivienda, especialmente en aspectos arquitectónicos y estructurales que tiendan al aprovechamiento integral de los insumos materiales y ambientales.

6.10.3 Estudio de materiales y elementos para la construcción

Objetivos

- Identificar y cuantificar materias primas de origen vegetal y mineral, sean naturales o de desecho, que puedan ser empleadas para la elaboración de materiales de construcción.
- Desarrollar tecnologías para la obtención de nuevos materiales de

- construcción y para el mejoramiento de los existentes, tanto en lo referente a productos industrializados como artesanales.
- Mejorar el conocimiento de las propiedades físicas de los materiales de construcción, relacionadas con su uso específico y con atención a la variabilidad de dichas propiedades.
 - Contar con nuevas y más adecuadas soluciones para diferentes componentes constructivos, en particular los relacionados con la vivienda de bajo costo y con el aprovechamiento de materiales locales y de tecnologías artesanales intensivas en mano de obra no especializada.
 - Contar con componentes industrializados para diferentes tipos de construcciones y en particular para la vivienda, que puedan a través de la fabricación en serie, de la estandarización y de la modulación, integrarse a muy diversos sistemas y proyectos y agilizar y hacer más económico el proceso constructivo.

Justificación

La disponibilidad de materiales y elementos de construcción con características adecuadas para sus distintas aplicaciones, así como el conocimiento de sus propiedades y de la variabilidad de éstas, es esencial para el desarrollo del país. Aunque se produce en la actualidad una gama bastante amplia de dichos materiales existen limitaciones importantes que es necesario superar. Las acciones pueden abarcar dos caminos distintos: uno relacionado con el problema básico de la autoconstrucción y el otro con el de la construcción tecnificada.

Es de esperarse que el aprovechamiento de materias primas que se encuentran localmente, de tipo natural o de desecho, a través de procesos de tipo artesanal, permitirá a los autoconstructores reducir sustancialmente los costos por este concepto. Se trata aquí no solo de los materiales y componentes básicos de la vivienda para muros y techos sino también de otros que inciden en forma importante en el costo final, como recubrimientos, impermeabilizantes, pinturas y accesorios.

Por otra parte, los materiales y elementos de producción industrializada pueden mejorarse obteniendo propiedades más acordes a sus usos específicos en el país, a través de procesos de producción más eficientes en cuanto al consumo de energía o al empleo de mano de obra, por ejemplo, o en cuanto al uso de materias primas más abundantes en el país. El desarrollo de nuevos cementantes y de aceros estructurales o de refuerzo para concreto, de mayor resistencia, son dos ejemplos de estas modificaciones.

Un campo prometedor tanto en el aspecto de los materiales industrializados como en el de los artesanales es el de la racionalización del uso de la madera y sus derivados, para lo cual es importante tener un mayor conocimiento de la disponibilidad y características de los recursos maderables, así como el desarrollo de procedimientos económicos y eficientes de tratamiento de la madera para aumentar su durabilidad.

El mejor aprovechamiento de los materiales existentes está ligado además al conocimiento detallado de su disponibilidad y de sus propiedades, de manera que el proyecto de las construcciones pueda buscar las condiciones óptimas de seguridad y de buen desempeño.

Aunque los materiales básicos de construcción son de producción

íntegramente nacional, muchos de los materiales de recubrimientos y acabados emplean materias primas importadas y tecnologías y equipos costosos de importación. La sustitución por tecnologías y equipos nacionales representaría ahorros importantes de capital.

Diagnóstico

En el costo de la vivienda popular autoconstruida incide de manera preponderante el costo de los materiales y componentes que se adquieren al menudeo y a precios superiores a los del mercado normal.

Este tipo de construcción se ha visto limitado además por la escasez de componentes estandarizados y de parques de concentración y distribución de los mismos a precios asequibles.

En lo relativo a la construcción tecnificada, una limitante significativa en la productividad y reducción de costos ha sido la falta de proyectos y procesos industriales enfocados al uso de componentes estandarizados y modulares.

Entorno significativo

En el país existe la capacidad técnica e industrial para el desarrollo y producción de materiales y elementos desde una escala local artesanal hasta la más alta industrialización.

Es necesario un esfuerzo conjunto y coordinado de los organismos públicos y privados relacionados con la industria de la construcción para alcanzar avances significativos y un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Conocimiento sobre materiales y elementos constructivos convencionales, de manera de contribuir a su empleo en formas más eficientes y confiables.
2. Nuevos materiales, tanto de origen natural como de desechos que puedan ser utilizados en la construcción.
3. Elementos constructivos a partir de materiales locales.
4. Criterios para formular normas de calidad y estandarización de materiales y elementos constructivos.

6.10.4 Desarrollo de maquinaria, equipo y herramientas de construcción

Objetivos

- Sustituir la maquinaria de construcción importada por maquinaria diseñada y construida en el país, que responda mejor a las necesidades nacionales y permita ahorrar divisas tanto por importaciones como por derechos de patente y regalías.
- Mejorar la productividad de ciertos tipos de maquinaria de construcción, adaptándola a las condiciones de obra más frecuentes en el país.
- Optimizar el empleo del parque de maquinaria nacional, mediante

un programa de reconstrucción, reparación y mantenimiento de maquinaria existente, empleando componentes nacionales.

Justificación

Antes de 1982 el componente extranjero del costo de construcción de grandes obras alcanzó entre el 40 y 60 por ciento del monto total, debido principalmente a la participación de maquinaria importada o fabricada en el país bajo licencias extranjeras. Dada la actual situación de escasez de divisas, este costo debe reducirse al mínimo, fomentando la sustitución de importaciones en lo que respecta a este tipo de maquinaria.

Además, por ser diseñadas en el extranjero, las máquinas para construcción no siempre presentan las características adecuadas a las condiciones de las obras en México. Esto hace necesario que se introduzcan cambios y modificaciones en el diseño.

Finalmente, para poder emplear mejor el parque actual de maquinaria, es necesario establecer programas de reconstrucción, reparación y mantenimiento con utilización de recursos nacionales, lo cual requiere, a su vez, el desarrollo de normas de calidad, manuales de mantenimiento y operación necesarios, así como crear "bolsas de maquinaria" regionales que permitan distribuir mejor su uso, disminuyendo los tiempos de ocio.

Diagnóstico

La maquinaria para construcción es en su mayoría importada. Los fabricantes nacionales operan, además, sobre la base de licencias tecnológicas extranjeras, lo cual implica fuga de divisas. Por otro lado, la maquinaria existente se encuentra subutilizada, lo que hace que sus costos fijos graviten sobre una inadecuada cantidad de obra. En efecto, los pequeños constructores frente a un contrato de importancia se ven obligados a comprar maquinaria, y, al terminarse éste, la maquinaria queda subempleada.

Adicionalmente, la maquinaria de construcción se encuentra sujeta a un mantenimiento muy deficiente, tanto por la escasez de piezas de repuesto importadas, como por el alto costo de éstas y la carencia de manuales de reparación y mantenimiento.

Entorno significativo

Un primer elemento importante lo constituyen las empresas fabricantes de bienes de capital, que deberían promover el desarrollo nacional de maquinaria para construcción, para independizarse tecnológicamente del extranjero. Asimismo las empresas de la industria siderúrgica deberían proporcionar materiales con propiedades y control de calidad adecuados para lograr dicho desarrollo.

Otro elemento lo constituye el sector público, el cual en sus contratos de obra y por medio de medidas fiscales debería favorecer el desarrollo de maquinaria nacional.

Líneas de investigación y/o desarrollo tecnológico

1. Diseños para maquinaria, herramientas y equipo de construcción.
2. Adaptación y mejoras de maquinaria, herramientas y equipo de construcción.
3. Fabricación y prueba de los prototipos a que se refieren los dos casos anteriores.
4. Tecnología para la fabricación de componentes y refacciones para maquinaria a fin de incrementar la integración nacional de las mismas.
5. Criterios de normas básicas de calidad relacionadas con la fabricación y reconstrucción de equipo, herramientas y maquinaria de construcción.

6.11 Investigación de excelencia en otros temas

Diagnóstico

La actual crisis económica resalta las carencias del sistema nacional de ciencia y tecnología, pero también pone de relieve su importancia para resolver los problemas del país. Tenemos un sistema de ciencia y tecnología incipiente. De ahí la preocupación porque ninguna medida adoptada para favorecer a una parte del sistema de ciencia y tecnología afecte negativamente a otra parte del propio sistema, ya que éste es de por sí insuficiente y frágil.

Es indudable que los programas de este capítulo representan un importante avance para conjugar y concentrar esfuerzos en ciertos objetivos precisos que la situación del país demanda. Por lo mismo, ciertas disciplinas científicas no quedan incluidas en ellos, y también pueden quedar fuera de los programas sectoriales.

No se trata de una falta del PRONDETYC, ya que justamente se busca que esta clase de programas sean selectos y eviten la dispersión de los escasos recursos. Sin embargo, la magnitud del subsistema de investigación nacional es tan pequeña en comparación con las dimensiones del país que no se puede pensar en dejar de estimular el desarrollo de ninguna área, menos aún de aquellas en que existen grupos de calidad competitiva con los de los países avanzados. El apoyo a la investigación de excelencia es la respuesta a esa necesidad de estimular la actividad científica y de alta calidad independientemente de las líneas que cultive. Es evidente que para llegar a un desarrollo armónico del sistema de ciencia y tecnología se deben conjugar esfuerzos dirigidos a objetivos muy precisos, con apoyo a la investigación creadora sin más requisitos que la excelencia.

A pesar de las indudables limitaciones de la investigación científica en México, existen algunos grupos que producen resultados de excelencia. El futuro de nuestra ciencia no está en la multiplicación masiva de grupos incipientes, sino en el cuidado y fomento de los ya existentes que pueden ser ejemplo y punto de partida para nuevos esfuerzos.

Por otra parte se ha demostrado que no hay mejor forma de preparar buenos investigadores que la del trabajo prolongado en grupos de excelencia. Los grupos de este nivel de calidad ofrecen la alternativa óptima frente a la formación de especialistas en el extranjero.

Objetivos

Para impulsar el desarrollo cualitativo de la investigación en México se proponen los objetivos siguientes:

- Apoyar a los grupos de investigación de excelencia existentes, con especial atención hacia aquellos que por trabajar en instituciones pequeñas son más sensibles a las restricciones presupuestales.
- Desarrollar áreas de investigación científica y tecnológica que no quedan incluidas en los otros programas de investigación y que puedan tener importancia en situaciones futuras.
- Apoyar academias y sociedades científicas, revistas y congresos de alto nivel.

Estrategias

- Habrán de apoyarse proyectos de investigación básica y aplicada seleccionados según las normas estrictas de calidad académica.
- Deberán conocerse las necesidades de la investigación de excelencia y estudiarse las formas de asegurar su continuidad y crecimiento.
- Deberán establecerse, en relación con los proyectos de investigación de excelencia, criterios de análisis, instrumentos de apoyo, mecanismos de asignación presupuestaria y procedimientos de evaluación de resultados y repercusiones.

Acciones

La naturaleza del programa impide definir proyectos específicos.